

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

TRABALHO DE FORMATURA

PMI-500

ROCHAS ORNAMENTAIS

PROFESSOR: WILDOR THEODORO HENNIES

PROFESSOR ORIENTADOR: LINDOLFO SOARES

GRADUANDO: JOSÉ MARCUS FLORENCIO

25/11/1996

EPMI

TF-1996

F662

Lynne 1579575

UNIVERSID DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

TRABALHO DE FORMATURA

PMT-800

ORNAMENTAIS
ROCHAS

PROFESSOR WILDOE LUIZ DORO HENRIQUE

PROFESSOR ORIENTADOR: CINDO LEO SOARES

M1996g

DEDALUS - Acervo - EP-EPMI



31700005894

ROCHAS ORNAMENTAIS

ÍNDICE

- 1.Introdução
- 2.Perfil do Setor no Brasil
- 3.Informática nas Marmorarias
- 4.Geologia do Estado de São Paulo
 - 4.1.Rochas Granitóides
 - 4.2.Mármore de Campos do Jordão
 - 4.3.Mármore de Barra do Turvo
 - 4.4.Mármore de Itaoca
 - 4.5.Gabro de Apiaí
- 5.Características Tecnológicas
- 6.Petrografia
- 7.Ensaio Tecnológico
 - 7.1.Índices Físicos
 - 7.2.Desgaste Amsler
 - 7.3.Resistência à Compressão Uniaxial
 - 7.4.Resistência à Flexão
 - 7.5.Resistência ao Impacto
 - 7.6.Módulo de Deformabilidade Estática
 - 7.7.Coefficiente de Dilatação Térmica Linear
 - 7.8.Alterabilidade
- 8.Propriedades Tecnológicas
- 9.Lavra e Transporte
- 10.Desdobramento e Beneficiamento
 - 10.1.A Serraria de Mármore e Granito
 - 10.2.Preparação de Carga
 - 10.3.Escolha e Seleção dos Blocos
- 11.Produção Mundial de Rochas Ornamentais
- 12.Conclusão
- 13.Bibliografia

ROCHAS ORNAMENTAIS

1. INTRODUÇÃO

Rochas ornamentais são aquelas passíveis de polimento, como os granitos e os mármore.

A industrialização de mármore e granito passa por três etapas: (V.Fig.1 em folha anexa).

Extração: consiste na obtenção de blocos retirados de maciços rochosos ou matacões;

Desdobramento ou serragem: consiste no desdobramento dos blocos em chapas semi-acabadas, de espessura variada, utilizando máquinas denominadas teares ou talha-blocos;

Beneficiamento: representa a etapa em que as chapas semi-acabadas são polidas, cortadas e afeiçoadas, dando forma ao produto final.

Desde o período da Idade da Pedra o homem começou a utilizar as rochas de várias formas para suas necessidades, seja como material de construção, ferramentas, armas, material ornamental, etc.

Do ano 5.000 A.C. até hoje em dia, estima-se que o total de rochas consumidas no seu estado natural alcance a 5,4 bilhões de toneladas, sendo que 300 milhões foram usadas como material ornamental.

Denomina-se granito comercialmente os gnaisses, migmatitos, sienitos, gabros e os próprios granitos. Já o mármore é designação comercial de todas as rochas carbonáticas, metamórficas ou não.

2.PERFIL DO SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS NO BRASIL

- MINAS GERAIS

Em Minas Gerais, existem 308 empresas cadastradas no setor, sendo que 35 são associadas ao Sindicato da Indústria de Mármore e Granitos do Estado de Minas Gerais (Simargran), presidido por Edson Antônio Fiuza Gouthier. As 16 empresas situadas no Vale do Rio Grande são filiadas a entidade da região - Sindicato da Indústria de Mármore e Granito do Vale do Rio Grande (Simagravarg), presidido por Lázaro Batista de Andrade.

Poucas novidades têm ocorrido no Estado, apenas o surgimento de empresas artesanais, de decoração e de polimento. A maioria é de pequeno porte e produz por encomenda. Estão surgindo lançamentos no segmento artesanal. A produção mineira é destinada principalmente ao mercado interno. No Vale do Rio Grande, há apenas uma serraria e não existem mineradoras. Nos últimos meses, surgiram pequenas marmorarias.

Na opinião da direção do Simargran, a restrição ao crédito e uma das maiores dificuldades do setor. Por outro lado, a entidade mostra-se preocupada em acompanhar o desenvolvimento tecnológico. Está procurando manter parceria com o Senai, no "Projeto de Apoio à modernização do Setor de Mármore e Granitos".

O nível de vendas é baixo e toda produção é voltada para o mercado interno. No entanto, existem empresas que estão com planos de exportar, num futuro próximo. Esse é o caso da empresa Carré que investe em tecnologia moderna (máquinas italianas) e está implementando programas de qualidade e produtividade, visando a obtenção do certificado ISO 9000, informa Lázaro Andrade.

- ESPÍRITO SANTO

O Espírito Santo possui cerca de 620 empresas de mármore e granitos, divididas entre extração, desdobramento e beneficiamento. Desse total, 167 são associadas ao Sindicato da Indústria de Extração e Beneficiamento de Mármore, Granitos Ornamentais, Cal e Calcários da Região Sul Espírito-santense (Sindirochas); informa o pre-

sidente da entidade, Ronaldo Azevedo. A Associação das mineradoras do Norte do Espírito Santo (Cominorte), criada em abril de 1994, possui 15 associadas.

A principal característica no Sul do Estado é o desdobramento, sendo que há um total de 520 teares instalados. Ao Norte, predomina a extração; informa a direção da Cominorte, presidida por José Antônio Guidoni.

Novas empresas de desdobramento estão surgindo, no Estado. Quanto a lançamentos de produtos, o presidente do Sindirochas ressalta que sempre aparecem novas tonalidades de granitos. No entanto, está sendo observado o crescimento da importação de mármore, principalmente da Itália e da Espanha. Esse material está entrando no País com preços altamente competitivos e com a proposta de atingir as camadas A e B da sociedade.

O Espírito Santo possui capacidade para produzir 720 mil metros cúbicos de mármore e granitos por mês e 90 % deste material destina-se aos outros Estados brasileiros. O restante é consumido no próprio Espírito Santo e exportado.

Na opinião de Ronaldo Azevedo, os maiores problemas do setor são a ociosidade e o alto índice de inadimplência. No Espírito Santo, as empresas estão operando com 40 % de ociosidade.

Quanto ao meio ambiente, Ronaldo Azevedo afirma existir um trabalho para a conscientização do empresário sobre a importância da preservação do ecossistema e a saúde do trabalhador. Em parceria com o governo do Estado e com a Secretaria de Meio Ambiente, estão sendo realizadas fiscalizações, visando coibir abusos.

- BAHIA

Considerado o terceiro mercado produtor, depois de Minas Gerais e Espírito Santo, a Bahia registra um crescimento anual de 5% ao ano, desde 1990. A previsão é de que, neste ano, a produção será de 100 mil toneladas, contra as 70 mil toneladas registradas em 1994. Do total, aproximadamente, 90 % são destinados ao mercado externo.

O Estado possui grande variedade de granitos, cerca de 100 tipos. Além disso, é o único produtor brasileiro do famoso mármore bege, mais conhecido por Marta Rocha; informa o Sindicato da Indústria de Mármore e Granitos da Bahia (Simagran/BA),

presidido por José César Montes que acumula a mesma função na Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais (Abrir).

Apesar disso, o Simagran/BA considera que o processo de crescimento do setor baiano está estagnado, especialmente se tratando de marmorarias, em virtude do agravamento da crise da construção civil e da alta de juros. Conseqüentemente, há perda de receita e as empresas estão enfrentando graves problemas financeiros. As exportações estão sendo dificultadas pela defasagem cambial que prejudica a competitividade com o exterior, embora muitas empresas tenham tecnologia avançada.

Considerando o potencial do Estado, o governo federal deve promover políticas de incentivo à produção. Caso contrário, os produtos similares da China e da Índia poderão ganhar força no mercado em detrimento do material baiano; posiciona-se o Simagran/BA.

Na opinião do Sindicato, além de financiamento para o setor, é preciso ter cautela com a abertura de mercado. Caso o capital estrangeiro entre com direito de requerer áreas, trazendo tecnologia e recursos financeiros, as empresas brasileiras terão maiores dificuldades para vencer a concorrência. É preciso que as condições cambiais asseguradas ao capital estrangeiro sejam iguais para o empresário nacional.

No entanto, o setor baiano conta com o apoio do governo estadual que, através da Superintendência de Geologia e Recursos Minerais (SGM), está desenvolvendo ações conjuntas com as entidades empresariais de rochas ornamentais. Desta maneira, foram promovidos, vários eventos nacionais e internacionais e, hoje, a produção baiana é reconhecida. Um exemplo disso está em que a Itália, líder mundial do setor, é uma das maiores compradoras de granitos da Bahia. Recentemente, foi assinado contrato, entre a empresa Icam/Femag e a França, para a exportação de 50 mausoléus, produzidos com granito Lambada.

- CEARÁ

Existem cerca de 100 empresas cearense que atuam no setor. Do total, aproximadamente dois terços dedicam-se às atividades típicas de marmorarias independentes, não abrangidas pelo Sindicato das Indústrias de Mármore e Granitos do Estado do Ceará (Simagran/CE), entidade que possui 21 associadas; informa o presidente, José Fernando Castelo Branco Ponte.

As demais empresas encontram-se em implantação (aproximadamente 20) ou estão: temporariamente paralisadas, atuam em beneficiamento (01), somente na lavra (05) e nas duas atividades (extração/beneficiamento - 12).

A indústria cearense de rochas (beneficiamento) está concentrada na região metropolitana de Fortaleza. Ao Norte do Estado está a maioria das pedreiras em operação, ocorrências requeridas e jazidas pesquisadas.

No Estado, o setor caracteriza-se pela existência de maior número de empresas voltadas para o beneficiamento, dotadas de equipamentos modernos, muitos dos quais importados da Itália. Por outro lado, excetuando-se as marmorarias, a atividade é recente no Ceará, tendo iniciado em 1989. Predominam empresas lideradas por empresários oriundos de outros setores, principalmente de construção civil.

O surgimento de novas empresas, a partir de 1994, tem se restringido a empreendimentos de micro e pequeno portes, utilizando equipamentos de corte diamantado com pequena capacidade de produção, concebidos e construídos no próprio Estado para trabalhar a partir de pequenos "bloquetes". Dezenas desses equipamentos já se encontram em operação, direcionando sua produção para modulados de granitos (30,5 x 30,5 x 1 cm) para o mercado local e regional.

Merece ser mencionado o surgimento no Interior do Estado de cooperativas de produtores, assistidas e estimuladas pelo SIC/Coditur, com atuação voltada para a produção de modulados e de espessores brutos destinados ao mercado externo de arte funerária. Esse produto utiliza a tecnologia de corte com monofio helicoidal e parece ser pioneiro no Brasil, abrindo promissoras perspectivas de conquista de novos mercados (França, Bélgica e Alemanha).

Ainda continua mais significativa a participação do mercado interno na absorção da produção cearense de rochas. As exportações registraram declínio de cerca de 30% em 1994, em relação ao ano anterior.

Houve maior esforço das principais empresas locais em colocar seus produtos nos mercados da região Sudeste, principalmente em São Paulo onde importantes obras ostentam granitos cearenses, a exemplo do "World Trade Center".

A concorrência no mercado regional continua acirrada e nele atuam todas as empresas cearenses. Os granitos em bruto, onde o maior destaque continua para o branco Asa-Branca, tiveram como principal destino o mercado externo, notadamente o italiano e o alemão. A capacidade instalada do setor produtor de chapas, ladrilhos, etc. é

da ordem de 80 mil metros quadrados por mês, sendo 75% constituídos por teares e 25% por talha-blocos e monofios.

A inexistência de tradição empresarial no setor faz com que se encontre em fase de formação e desenvolvimento o que pode ser chamado de "cultura da pedra" no Ceará. De um lado, existem modernas empresas implantadas e, de outro, empresários em processo de assimilação e aprofundamento de conhecimentos, buscando caminhos próprios para consolidação de seus empreendimentos; informa o Simagran/CE.

Por conseguinte, o setor passa por uma fase complexa de ajustamentos, na qual se somam dificuldades normais de uma atividade nova aos problemas decorrentes de uma conjuntura econômica desfavorável (retração do mercado comprador interno, inadimplência elevada, contenção de crédito, etc.).

Foi registrado um aumento na implantação de empreendimentos voltados ao beneficiamento, mas o surgimento de unidades de extração não acompanhou o ritmo, conseqüentemente há uma defasagem entre os dois segmentos. Uma das principais causas é a inflexibilidade de normas de financiamento que exigem, inclusive, que a empresa beneficiária tenha a detenção do direito mineração definitivo da mina (portaria de lavra). Essa restrição tem inibido o surgimento de empreendimentos extrativos, retardando o desenvolvimento do setor; afirma Castelo Branco Ponte.

No Ceará, existem apenas duas portarias de lavra, enquanto sua potencialidade permanece quase inexplorada como pode se concluir da análise dos dados seguintes (posição em maio, 1995, fonte Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM/CE): 205 áreas em requerimento de pesquisa, 302 áreas com relatório de pesquisa, 13 áreas com relatório de pesquisa em análise, 09 áreas aguardando requerimentos de lavra, 43 áreas com requerimento de lavra em análise ou aprovado e 02 áreas com concessão de lavra; totalizando 574.

O setor produtivo e o órgão do meio ambiente no Ceará (Semace) têm convivência harmônica. No Estado, a atividade extrativa de rochas ornamentais tem pouca capacidade de danos ao meio ambiente, desenvolve-se predominantemente em região semi-árida. O licenciamento ambiental constitui-se pré-requisito para início de lavra e é concedido mediante a obrigatoriedade da empresa reparar, pós-lavra, os pequenos danos causados ao meio ambiente; informa o sindicato.

- PERNAMBUCO

Pedro Nolasco Buarque de Gusmão Neto, presidente do Sindicato da Indústria de Extração e Beneficiamento de Pedras de Pernambuco (Sindipedras) afirma que, talvez, o Estado seja o mais novo do setor. Trata-se de uma atividade que está surgindo agora, apesar de ser instituída a cerca de 10 anos. Houve uma paralisação das atividades do segmento sendo que foram retomadas, somente, há uns quatro anos.

O desenvolvimento do Estado partiu da capital para o Interior e foram os empresários que verificaram a potencialidade das rochas, em Pernambuco. Lá existem 22 empresas, oito beneficiadoras e 14 extratoras, todas filiadas à entidade. As pedreiras estão encravadas na região semiárida, por isso os problemas ecológicos são minimizados.

O carro-chefe de vendas é o granito marrom Imperial. Há três anos, surgiram o salmão Real e o vermelho Ventura que estão agradando o consumidor. Nos últimos meses, o rosa Imperial está tendo boa aceitação. Nolasco frisa que as vendas são predominantemente para o mercado interno, especialmente para regiões vizinhas, como Paraíba, Sergipe e Alagoas. Somente o produto bruto tem atingido o exterior, principalmente Portugal e Japão.

Visando ganhar competitividade, o setor está absorvendo a tecnologia de centros brasileiros e países mais adiantados. O sindicato está realizando cursos para a preparação de mão-de-obra e trabalha em parceria com instituições ligadas à Federação das Indústrias e ao governo do Estado. O Sebrae tem subsidiado a participação das empresas em feiras, motivando o desenvolvimento do setor.

Na opinião do presidente do Sindipedras, o produto pernambucano é bem aceito no mercado, mas o setor sofre os efeitos das dificuldades econômicas brasileiras. É preciso que o País volte a consumir para que haja motivação da produção.

- RIO DE JANEIRO

O Estado já foi um dos maiores produtores de rochas do Brasil. Ocorreram problemas com relação ao meio ambiente e muitos empreendimentos foram fechados. Hoje, somente 18 mineradoras são filiadas ao Sindicato da Indústria de Mármore, Granitos e Rochas Afins do Estado do Rio de Janeiro, presidido por Mauro Custódio

Varejão. Existem cerca de 600 empresas do setor, sendo que somente 94 são filiadas à entidade.

Nesse contexto, existem poucas novidades no setor. Nos últimos tempos, ocorreram somente a abertura de pequenas marmorarias. Por outro lado, o presidente da entidade ressalta que está cada vez mais acirrada a concorrência de materiais importados. Visando competir com o material do exterior, sabe-se que somente uma das marmorarias do Estado está investindo em modernização.

Embora desconhecendo o volume de venda do Estado, estima-se que grande parte da produção seja consumida pelo mercado interno - principalmente pelo Rio de Janeiro. No entanto, sabe-se que há um bom índice de exportações.

Como os demais representantes de entidades, o Sindicato fluminense reclama da concorrência desleal de outros Estados. Na sua opinião, esses materiais são originários de "serrarias e marmorarias com maquinário muito velhos, sem nenhuma modernização".

- PARANÁ

No Paraná existem 131 empresas do setor, sendo que 98 são micromarmorarias, 16 pequenas e seis de porte médio. Existem seis serrarias e cinco mineradoras. Na opinião do presidente do Sindicato das Indústrias de Mármore e Granitos do Paraná (Simagran/PR), Luiz Renato Vardanega, as empresas médias apresentam trabalhos de alto nível, iguais aos melhores do mundo.

No ano passado, não surgiram novas empresas e nem produtos no Estado. Quanto a modernização do parque industrial, Luiz Vardanega informa que estão sendo implantadas as seguintes máquinas de ponta: três polidoras lustro-contínuo de 16 cabeças, duas acanadoras do tipo pantógrafo de alto nível (US\$ 400 mil) e uma lucidacosta.

O Sindicato não dispõe de informações sobre o volume de vendas. Quanto as maiores dificuldades, o presidente do Simagran/PR cita a recessão nos mercados interno e externo, sendo que a venda para o exterior está sendo prejudicada pela taxa cambial. O setor paranaense sofre as concorrências dos produtos importados - vendidos direto às construtoras - e do Espírito Santo, apesar das empresas capixabas não apresentarem a qualidade desejada pelo mercado consumidor.

- RIO GRANDE DO SUL

No Rio Grande do Sul, na área de mineração, destacam-se as empresas Gramisul, Copelmi e Gramba. No entanto, há outras de menor porte que trabalham em parceria com serrarias de outros Estados. Existem cerca de 130 marmorarias gaúchas, sendo que 54 são filiadas ao Sindicato das Indústrias de Mármore e Granito do Rio Grande do Sul(Simag); informa o presidente da entidade, José Francisco Floriani.

Na mineração as empresas extraem quase que exclusivamente para consumo interno, sendo que a Granisul e a Copelmi também vendem para outros Estados e para o exterior. Na área de beneficiamento, com pequenas exceções, existe o predomínio de empresas de âmbito familiar. As empresas Marmosul e Mármore e Granito Floriani efetuam negócios com o Cone Sul e a Rosito Luce fornece materiais beneficiados para o exterior.

Nos últimos anos, observou-se o surgimento de grande número de pequenas empresas, originárias de ex-funcionários de marmorarias de porte médio que se mantêm no mercado porque têm preços mais reduzidos do que as já tradicionais. Além disso, verifica-se o surgimento de considerável quantia de representantes de empresas de outros Estados, principalmente capixabas, que fornecem serviços com valores reduzidos e qualidade inferior às empresas locais. Isso gera prejuízo às marmorarias gaúchas e as construtoras que recorrem às empresas locais para fazerem o acabamento com qualidade, informa o Simag.

Quanto aos lançamentos, José Francisco Floriani destaca os produtos de mobiliário da linha Rosite Luce que são comercializados no mercado interno, na Europa e na América do Norte. Para chegar a esse nível de aceitação, a empresa adquiriu máquinas de última geração para o beneficiamento final.

Na opinião do presidente do Simag, a maior dificuldade do setor, no Rio Grande do Sul, é a concorrência dos produtos de outros Estados que oferecem preços inferiores aos do local. Além disso, ele cita os altos custos financeiros e a falta de recursos para modernizar a aparelhagem industrial; problemas que prejudicam, sobretudo, as marmorarias de médio porte.

- SÃO PAULO

Em São Paulo, existem cerca de 3.200 empresas cadastradas no setor. No entanto, há fortes indícios de que somente 1.200 funcionam efetivamente. Desse total, 127 são associadas ao Sindicato das Indústrias de Mármore e Granitos do Estado de São Paulo (Simagran/SP), presidido por Valter Fortunato.

No Estado, há o predomínio de empresas de transformação, sendo que os granitos mais significativos são o Capão Bonito, o vermelho Itacira e o cinza Mauá. A maior parte do consumo paulista vem da Bahia e do Espírito Santo, informa Valter Fortunato.

O presidente paulista afirma que os sindicatos não dispõem de estatísticas sobre o número de novas empresas e volume de vendas. No entanto, sabe-se que a tendência atual das empresas é a industrialização de ladrilhos padronizados.

Segundo Valter Fortunato, quanto ao emprego de novas tecnologias, no setor de transformação destacam-se o uso de talha-blocos para granito e tecnologia de polimento com abrasivos de alto brilho. Registra-se o surgimento de novos materiais, como: cinza prata Interlagos e azul Fantástico.

As vendas em São Paulo são voltadas para o mercado interno, sendo que a capital é um grande centro consumidor. Como os demais representantes de entidades, Valter Fortunato lamenta a existências de produtos de outros Estados, especialmente do Espírito Santo, que chegam a São Paulo com preços abaixo do mercado local. Na sua opinião, existe uma espécie de "dumping" nacional.

Os maiores problemas do segmentos de rochas ornamentais, em São Paulo, não difere de outros setores da economia; segundo Fortunato. Há dificuldades de liquidez e de crédito. As empresas estão se descapitalizando e não contam com créditos bancários. A instabilidade do mercado é grande e não há condições de executar um planejamento de produção.

Quanto a preocupação com o meio ambiente, Valter Fortunato defende a fiscalização da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb/SP). Cita que, há alguns anos, muitas empresas trabalhavam sem se preocupar com a preservação do ambiente. No entanto, a atuação da fiscalização está modificando esse comportamento. Na zona litorânea, ocorreu o fim da extração do verde Ubatuba, em consequência da pressão exercida pela população junto às prefeituras municipais.

Atualmente, os mineradores paulistas trabalham sem que haja uma definição clara sobre o procedimento que devem adotar. O Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo (IPT) elaborou uma espécie de manual para extração, citando o que prejudica o meio ambiente. No entanto, colocar a proposta em execução é difícil, devido ao seu custo. Emerson Kapaz, secretário de Estado, propôs-se a buscar maneiras para viabilizar a proposta do IPT.

- GOIÁS

Em Goiás, o governo estadual começa a dar ênfase a produção do setor de rochas ornamentais. Até o momento, está sendo comercializado o produto bruto e a intenção é agregar valores; informa Ozório Antônio Santana, proprietário da Construtora Atlanta Ltda. e um dos líderes do segmento de rochas, na região Centro Oeste.

No Estado, estima-se que existem cerca de 60 tipos de granitos e 10 de mármore e no Centro Oeste há aproximadamente 100 diferentes granitos. No entanto, o setor industrial (corte) é inexpressivo. Calcula-se que, em Goiás, existam uns quatro teares com tecnologia antiga e que atuam precariamente, em alguns períodos do ano.

Informa Ozório que "em tempos normais, as vendas de produtos brutos atingem um volume de 20 mil metros quadrados por mês, em Goiás e o dobro no Centro Oeste. Entretanto, o momento é recessivo para a construção civil - carrochefe de consumo do setor de rochas ornamentais. Diante disso, o volume de venda, médio mensal em Goiás, está girando em torno dos cinco mil metros quadrados por mês e, no Centro Oeste, no dobro.

3.INFORMÁTICA NAS MARMORARIAS

Empresários e trabalhadores do setor de mármore e granitos podem dispor da informática para melhorar a qualidade dos produtos e serviços que oferecem e diminuir o tempo gasto na elaboração de um trabalho. Sérgio R.C. Miranda - Representações Comerciais, empresa sediada na Bahia, desenvolveu e colocou no mercado o Integrador de Sistemas para Marmorarias Versão 1.0. e Versão 2.0. Circula em "ambiente" Windows. A nova versão tem módulos adicionais para controlar pedreiras e serrarias, abrangendo as fases de extração e beneficiamento das rochas.

Os "softwares" (programas), especialmente elaborados para atender às necessidades dos marmoristas, são formados por módulos que transferem dados entre si, isto é, as operações são totalmente interligadas.

O Integrador de Sistemas Versão 1.0 apresenta, no menu principal, opções para a realização de diversas tarefas: cadastro de fornecedores e vendedores (controle de valor e data para pagamento de comissão), tabelas (de diferentes tipos, organizadas para padronizar o trabalho do usuário); e relatórios (mais de 45 opções, abrindo-se cada uma aumenta o número de relatórios disponíveis). Segundo Sérgio Miranda, diretor da empresa, "a vantagem do sistema é que ao solicitar uma tarefa, imediatamente, o "software" realiza suas implicações, eliminando o risco de errar".

3.1- VISUALIZAÇÃO

Para os trabalhos diários, o Integrador possui utilitários que proporcionam mais opções que os programas comuns. Além do tradicional "backup" (cópia de segurança) e do "restore" (restauração da cópia gerada pelo backup), o usuário tem à disposição o sistema de senhas que define o acesso ao menu e à calculadora que permite a elaboração de orçamentos mais rápidos. Como o sistema é integrado, a calculadora utiliza os dados cadastrados na tabela de preços. O valor que deve ser comercializado um produto é sugerido pelo "software", pois agrega custos de produção, de mais índices e faz a mediação desses dados.

Entretanto, o destaque dos utilitários do Integrador de Sistemas Versão 1.0 é o "Corte de Chapas". Essa opção dá ao usuário a chance de visualizar como ficará o uso

de determinada chapa na qual será cortada uma peça, informando a área utilizada, se haverá perda total da chapa, área livre à direita e abaixo. "Com esses dados o marmorista economiza, pois pode optar pela chapa que vai proporcionar menor perda", informa Sérgio Miranda.

3.2- EXPERIÊNCIA

Segundo ele, o Integrador de Sistemas surgiu após constatar a ausência de um programa similar para uso em marmorarias. Sandro Rogério utilizou os dados fornecidos pelo empresário para desenvolver o programa. Entretanto, o "software" deveria permitir o entrosamento direto e automático entre os módulos básicos e os específicos da área.

Durante seis meses foram feitos estudos em nível local auxiliados pela experiência de Sérgio Miranda. Ele salienta que conhece o segmento há 15 anos. "Trabalho na representação de empresas que comercializam produtos para o setor de mármore, granitos e pedras naturais, portanto, conheço perfeitamente as carências das companhias", explica.

Sandro Rogério avisa que não há necessidade de conhecimentos específicos de informática para utilizar o Integrador. O usuário deve apenas aprender como entrar no diretório do sistema e carregá-lo. "O importante mesmo é o operador conhecer o funcionamento da marmoraria ou da área em que trabalha, para explorar todas as possibilidades do Integrador e obter melhores resultados".

Empresas de quaisquer portes podem utilizar o "software", mesmo aquelas que só dispõem de um microcomputador. Ele recomenda, para melhor aproveitamento, que o equipamento seja um "386 DX-40 com monitor SVGA. O sistema operacional é M.S. D.O.S., versão 5.0. Em breve, será lançado uma versão para uso em rede.

4. GEOLOGIA DO ESTADO DE SÃO PAULO

No estado de São Paulo as rochas ornamentais são encontradas no chamado embasamento cristalino, que abrange a área das rochas pré-cambrianas, ou seja, de idade superior a 570 milhões de anos.

O pré-cambriano paulista compõe-se de quatro grandes domínios tectônicos: *Maciço de Joinville*, *Faixas de Dobramentos Apiaí e São Roque* e *Maciço Guaxupé*, limitados respectivamente pelos falhamentos de *Cubatão*, *Taxaquara* e *Jundiuvira*.

4.1- ROCHAS GRANITÓIDES

A grande maioria das jazidas de rochas ornamentais se encontram nos corpos granitóides que compõe cerca de 60% da área pré-cambriana.

Baseados no cadastramento de quase duas centenas de corpos, Hasui et al.(1978) propõe um procedimento de classificação dos corpos granitóides da Região de Dobramento Sudeste, com base em petrografia, estrutura e posicionamento espacial destas unidades tectônicas. Assim, foram propostas as fácies litológicas: *Migmatítica*, *Cantareira*, *Graciosa*, *Itu* e *Granofírica*, que podem aparecer isoladamente ou, principalmente, associadas.

Janasi & Ulbrich(1985) agrupam as ocorrências das rochas granitóides segundo domínios geográficos, limitados por falhas geológicas de extensão regional. O *Maciço Mediano de Guaxupé* é dividido em dois domínios: *Guaxupé* e *Jundiáí*, limitados pela *falha de Jacutinga*. O *Maciço Mediano de Joinville* é também dividido em dois domínios: *Ubatuba* e *Iguapé*, limitados pela *falha de Itariri*. A *Faixa de Dobramentos São Roque* constitui o domínio *São Roque*. A *Faixa de Dobramentos Apiaí* é dividida nos domínios *Açungui* e *Embuí*, separados pela falha da figueira.

Existem diversas variedades comerciais de granito exploradas a partir de um único corpo ou maciço rochoso. Na maioria das vezes, estas variedades são idênticas; as diferentes designações devem-se às empresas que às exploram.

Por outro lado, uma mesma jazida ou pedreira pode apresentar variações locais na cor, granulometria, textura, e estrutura de uma mesma variedade comercial de granito.

4.2- MÁRMORES DE CAMPOS DO JORDÃO

Constituem corpos isolados associados a ortognaisses de composição tonalítica a granodiorítica, frequentemente migmatizados e pertencem ao complexo Paraíba do Sul de idade Proterozóica inferior.

São tremolita-olivina mármores com quantidades subordinadas de serpentina, de coloração branca, estrutura maciça e granulação variável, porém predominantemente fina.

4.3- MÁRMORES DE BARRA DO TURVO

Incluem-se no Complexo Setuva de idade proterozóica inferior, e são referidos como Mármore da Serra da Bandeira, anteriormente mencionados como Mármore André Lopes ou da Tapagem.

Trata-se de corpo extenso com dimensões aproximadas de 24 x 4 km. São mármores dolomíticos de granulação fina, brancos, isótropos e bem cristalizados. Localmente observam-se variações de coloração para creme e cinza; exibem estrutura bandada e presença de calcita.

4.4- MÁRMORES DE ITAOCA

Com idade atribuída ao Proterozóico Superior, estas rochas estão inseridas no grupo Açungui. São Diopsídio-calcita mármores com proporções menores de microclínio, escapolita, quartzo, scheelita, titanita, epídoto, entre outros. Têm coloração cinza claro esverdeado, estrutura bandada e granulação fina.

4.5- GABRO DE APIAÍ

Corpo intrusivo, no geral concordante, com forma de sill ou lacólito, estratigraficamente inserido no grupo Açungui. Apresenta aspecto isótropo, granulação média e cor escura. É composta essencialmente por plagioclásio e augita (+ hiperstênio + pigeonita), com fraca alteração hidrotermal.

5. CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS

É fundamental uma caracterização tecnológica precisa dos materiais rochosos para que suas aplicações sejam feitas de forma segura e correta, já que as rochas ornamentais são submetidas às mais variadas solicitações, como atrito, impacto, intemperismo, ataque de líquidos agressivos etc.

As solicitações que sofrem os mármore e granitos podem ser percebidas desde a fase de extração na pedreira, passando pelo beneficiamento (serragem, polimento e lustro) até a aplicação final nas obras.

As propriedades, ou características, são obtidas através de ensaios e análises, seguindo procedimentos normalizados por entidades nacionais (Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT) e internacionais (American Society for Testing and Materials - ASTM, entre outras).

6. PETROGRAFIA

As análises petrográficas determinam a natureza, ou o tipo de rocha e são executadas através de exame macroscópico, e em seção delgada ao microscópio óptico de luz transmitida. Utilizam-se, também, como técnica auxiliar ensaios de coloração seletiva de minerais, especialmente em rochas de granulação grossa, de modo a realçar as feições estruturais e melhor avaliar sua composição mineralógica.

O exame microscópico consiste na descrição dos minerais e suas interrelações (arranjo textural); na observação do estado microfissural e grau de alteração da rocha e dos minerais; e na classificação da rocha.

Os critérios de classificação petrográfica das rochas granitóides consideram as proporções relativas entre quartzo, feldspato potássico e plagioclásio; baseiam-se nas normas estabelecidas pela “Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks” da “International Union of Geological Sciences - IUGS” para nomenclatura das rochas plutônicas (IUGS, 1973). Compreendem os granitos, sienitos, granodioritos, tonalitos, monzonitos, dioritos, gabros e outros. Há, ainda, um grupo de rochas de aspecto granitóide, tidas como de origem plutônica e denominadas rochas charnockíticas, caracterizadas pela presença de hiperstênio e coloração verde escura. Sua classificação também é baseada nas proporções relativas entre quartzo, plagioclásio e feldspato alcalino e obedecem aos critérios estabelecidos por Streckeisen (1974).

Rochas granitóides submetidas a metamorfismo regional que apresentam conspícua orientação mineral e, por vezes, bandamento são denominadas gnaisses.

Rochas muito deformadas, caracterizadas pelo arranjo irregular de bandas ou lentes ora de coloração mais clara, ora mais escura, conferindo-lhes estrutura de fluxo são denominadas migmatitos.

De uma forma genérica, os mármore incluem todas as rochas carbonáticas metamorfoseadas. Os minerais compondo 10% ou mais do volume da rocha, tanto os mármore como os granitóides, antecedem seu nome em ordem crescente de abundância.

7. ENSAIOS TECNOLÓGICOS

Para se determinar as características tecnológicas das rochas ornamentais são executados ensaios que, apesar de não fornecer todos os dados possíveis sobre as rochas, são suficientes para garantir seus usos com segurança e a qualidade estética. A seguir temos os procedimentos dos ensaios.

7.1- ÍNDICES FÍSICOS

São denominados índices físicos da rocha as propriedades de massas específicas aparentes seca e saturada, porosidade aparente e absorção de água.

Para a determinação dos valores dessas propriedades, são utilizados 10 fragmentos de rochas com 5 a 7 cm de diâmetro, os quais são pesados ao ar, após secagem em estufa a 110 °C (peso A), após saturação em água por 48 horas (peso B) e na condição submersa, após saturação (peso C), segundo as diretrizes da norma ABNT MB-893.

Os valores são obtidos através da utilização das seguintes expressões:

- massa específica aparente seca: $A/B-C$ (kg/m^3);
- massa específica aparente saturada: $B/B-C$ (kg/m^3);
- porosidade aparente: $(B-A)/(B-C) \times 100$;
- absorção de água: $(B-A)/A \times 100$.

7.2- DESGASTE AMSLER

Estes ensaios visam verificar a redução de altura (em mm) que duas placas de rocha 7,5 x 7,5 x 2,5 cm apresentariam após um percurso abrasivo de 1000 m em uma máquina apropriada denominada máquina Amsler, e são executados de acordo com as diretrizes da norma ABNT NBR-6481.

7.3- RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAXIAL

Os ensaios de compressão uniaxial visam determinar qual a tensão que provoca a ruptura da rocha quando submetida a esforços compressivos.

Estes ensaios podem ser executados em corpos de prova de forma prismática (cilíndrica ou retangular) de relação base/altura de 1:2 ou em cubos.

Utilizam-se, sempre que possível, cinco corpos de prova (no estado seco), os quais são submetidos a esforços compressivos (taxa de carregamento de 600kPa/s) em uma prensa hidráulica com capacidade mínima para 100 toneladas.

A tensão de ruptura, na compressão, é determinada pela relação:

$$C=W/A$$

onde:

C= tensão de ruptura (MPa);

W= força de ruptura (kN);

A= área de carga do corpo de prova (m²).

Estes ensaios são executados de acordo com as diretrizes da norma ASTM C-170 ou D-2938.

7.4- RESISTÊNCIA À FLEXÃO

Os ensaios de flexão visam determinar qual a tensão que provoca a ruptura da rocha quando submetida a esforços fletores.

São executados em corpos de prova retangulares de dimensões próximas de 20 x 10 x 5 cm, cortados em serra diamantada. Para cada amostra são ensaiados cinco corpos de prova, no estado seco.

Utiliza-se a mesma prensa hidráulica usada nos ensaios de compressão e a mesma taxa de carregamento.

Para a execução desses ensaios, os corpos de prova são apoiados em dispositivo apropriado, o qual possui dois cutelos inferiores (de ação) e um superior (de reação).

A tensão de ruptura na flexão é calculada pela seguinte expressão:

$$R=3PL/2b \times d^2$$

onde:

R= tensão de ruptura na flexão (MPa);

P= força de ruptura (kN);
L= distância entre os dois cutelos de ação (m);
b= largura do corpo de prova (m);
d= espessura do corpo de prova (m).

Este ensaio é executado de acordo com as diretrizes da norma ASTM C-99.

7.5- RESISTÊNCIA AO IMPACTO

Através da determinação da altura de queda de um corpo sólido que provoca ruptura do corpo de prova, é determinada a resistência da rocha ao impacto.

Estes ensaios são executados em corpos de prova na forma de placas retangulares, com 3 cm de espessura, que são assentadas em um colchão de areia de 10 cm de espessura e submetidas ao impacto pela queda de uma bola de aço de 1 kg. A altura inicial da queda é de 30 cm; a partir daí as alturas aumentam de 2 em 2 cm até ocorrer o fraturamento das placas.

O resultado para cada amostra é a média aritmética das alturas de queda que fraturam as placas.

Os ensaios são executados de acordo com as diretrizes da norma NBN-790 do “Institute Belge de Normalization - IBN”.

7.6- MÓDULO DE DEFORMABILIDADE ESTÁTICA

Este ensaio visa determinar a deformabilidade axial da rocha quando submetida a esforços de compressão uniaxial.

Os ensaios são executados em dois corpos de prova cilíndricos, no estado seco, com relação base/altura entre 1:2 ou 1:2,5, utilizando-se a mesma prensa hidráulica usada no ensaio de compressão uniaxial e com a mesma taxa de carregamento.

Permite obter uma curva do tipo deformação em função da tensão axial aplicada. Com as coordenadas dessa curva no ponto que representa 50 % da tensão de ruptura, calcula-se o módulo através da seguinte expressão:

$$E_s = \Delta\sigma/\Delta\varepsilon$$

onde:

E_s = módulo de deformabilidade;

$\Delta\sigma$ = incremento da tensão axial;

$\Delta\varepsilon$ = incremento da deformação axial.

7.7- COEFICIENTE DE DILATAÇÃO TÉRMICA LINEAR

Este ensaio visa determinar o coeficiente de dilatação térmica linear de rochas em um dado intervalo de temperatura.

Os ensaios são executados em dois corpos de prova cilíndricos (por amostra) de 3,2 cm de diâmetro e 7,0 cm de comprimento, que são introduzidos em um tubo de sílica onde são submetidos a aquecimento, por contato com água, desde 0 até 50 °C, segundo método próprio do IPT, não normalizado.

As deformações são medidas com transdutores do tipo LVDT (“Linear Variable Differential Transducer”) e com registro simultâneo em registrador X-Y.

Os valores do coeficiente de dilatação térmica linear são calculados através da seguinte expressão:

$$\beta_n = \Delta L / (L_o \times \Delta T)$$

onde:

β_n = coeficiente de dilatação térmica linear (mm/m.°C);

ΔL = incremento de comprimento do corpo de prova (m);

L_o = comprimento do corpo de prova (m);

ΔT = incremento de temperatura (°C).

7.8- ALTERABILIDADE

Alterabilidade pode ser entendida como a variação do estado de alteração em função do tempo. É um dos parâmetros mais importantes na qualificação das rochas ornamentais. Para sua avaliação, utilizam-se procedimentos experimentais do IPT, ainda não normalizados, dos quais podem ser citados:

Ciclagem artificial - consiste na alternância de ciclos de saturação (em água) e secagem em estufa acompanhados, depois de um certo número de ciclos, por ensaios destrutivos ou não destrutivos como, por exemplo, velocidade de propagação de ondas, impactos etc., pela análise petrográfica e pela medida do brilho através do “glossmeter”.

Resistência ao ataque químico por produtos de limpeza - ataque da rocha por detergentes e saponáceos e acompanhamento, por observações em lupa e microscópio, das alterações que a rocha sofreu (alterações mineralógicas, texturais, de cor, de brilho etc.). Faz-se, também, o acompanhamento da variação da resistência mecânica, do desgaste e do brilho.

Resistência à alteração em extratores Soxhlet - a finalidade desse ensaio é a determinação da resistência à alteração das rochas quando submetidas a uma lixiviação contínua em extratores Soxhlet, que reproduz razoavelmente determinadas condições da natureza. O efeito pode ser acompanhado como nos dois ensaios anteriores.

Congelamento e degelo - consiste em submeter corpos de prova cúbicos de 7,1 cm de aresta a 25 ciclos de congelamento e degelo (-15 a 20°C). O controle da resistência da rocha é feito pela diferença entre as resistências à tensão de ruptura (compressão uniaxial) antes e depois do ensaio. A rocha é considerada não afetada pela gelividade quando este valor for menor que 20% (norma DIN 52.104).

8. PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS

As propriedades tecnológicas das rochas devem ser consideradas, fundamentalmente, sob três aspectos principais:

- índices de qualidade;
- parâmetros a serem utilizados nos cálculos de materiais para a construção civil;
- especificações fixadas para os diversos tipos de emprego das rochas.

Pode-se dizer que melhor será a qualidade da rocha ou seu desempenho em serviço, quanto menores forem:

- a presença e os teores de minerais alterados ou alteráveis, friáveis ou solúveis que possam comprometer seu uso, sua durabilidade e seu lustro;

- a absorção de água;
- a porosidade;
- o desgaste Amsler;
- o coeficiente de dilatação térmica.

Por outro lado, melhor será a qualidade, quanto maiores forem:

- a resistência à compressão axial;
- o módulo de elasticidade;
- a resistência ao impacto;
- a resistência à flexão (módulo de ruptura);
- a resistência ao congelamento e degelo.

Como parâmetros a serem utilizados nos cálculos de materiais para os projetos de construção, merecem destaque a resistência à flexão e a massa específica, cujos valores são incorporados diretamente nos cálculos das dimensões e espessuras das chapas fixadas com grampos no revestimento externo (fachadas) de edifícios.

Especificações fixando limites para aceitação das rochas como material de construção são geralmente estabelecidas por entidades normatizadas e baseadas em experiências de serviço, histórico do desempenho do tipo de rocha ou ainda pela experimentação sob as condições exigidas no projeto.

Assim, por exemplo, a norma alemã DIN 52154 não recomenda o uso de materiais cuja resistência após congelamento/degelo caia para menos de 80% do valor original. A norma americana ASTM C 615 não recomenda granitos para revestimento com resistência à flexão inferior a 10,34 MPa.

9. LAVRA E TRANSPORTE

Os mármore ornamentais podem ser aproveitados a partir do próprio maciço rochoso, ou a partir de matacões. Normalmente, a lavra é efetuada essencialmente a partir de matacões, aproveitando-se o trabalho da natureza como, por exemplo, o retalhamento do maciço e a exposição e segregação de unidades discretas de rocha, sobre as quais é possível se aplicar tecnologia de extração mais simples e mais barata (manual ou semimecanizada), em relação àquela necessária para se lavar a rocha maciça.

A lavra é feita em várias frentes, o mais próximo possível entre si. Após a escolha do matacão (volume superior a 50 m^3) que será desdobrado, iniciam-se as operações de lavra propriamente ditas. Na produção de rochas ornamentais, o controle de qualidade refere-se à escolha do material (matacão) a se trabalhar e ao correto esquadreamento dos blocos.

Conforme se apresenta a reserva, a atividade de extração se desenvolve basicamente através da adoção de dois métodos de lavra distintos e de duas diferentes combinações de tecnologias:

1. Lavra de matacões, através de operações de separação e esquadreamento realizadas com cargas progressivas de pólvora negra em alguns furos de mina, aproveitamento dos planos naturais de separação da rocha e sucessivos cortes através de perfuração e divisão por cunhas.

2. Lavra do maciço adotando-se o método de bancadas baixas; isto é, a altura da bancada corresponde a uma das dimensões do bloco, onde utiliza-se o fio helicoidal para realização dos cortes horizontais combinados com a separação por cunhas para os cortes verticais dos blocos. As operações realizam-se a meia encosta, viabilizando uma lavra bem desenvolvida e de desenho regular do pit.

No caso da lavra no maciço, o desenvolvimento dos trabalhos se dá por praças horizontais, a partir da meia encosta aflorante até o limite de maciço disponível através de bancadas múltiplas, oferecendo, dessa maneira, maior flexibilidade e segurança aos programas de produção. A orientação da frente de lavra é constantemente adaptada de acordo com o melhor plano de fraturação da rocha ou em função das exigências técnicas dos trabalhos.

O desenho da pedreira completa-se com a praça de manobras, que serve também como pátio para o depósito de blocos, as áreas de deposição dos refugos(bota-fora) e as

zonas onde são localizadas as instalações que compõe a infra-estrutura (estação de ar comprimido, oficina de manutenção, refeitório, etc...).

De maneira sintética, as operações de lavra obedecem as seguintes fases sequenciais do ciclo de trabalho:

1. canal de abertura e preparação para a realização do corte na base;
2. corte com fio helicoidal;
3. perfuração vertical para o isolamento dos blocos primários;
4. extração do maciço;
5. eventuais trabalhos de canteiramento e acabamento dos blocos comerciais.

A utilização do fio helicoidal pode ser ainda tecnicamente possível pelo fato de estarmos diante de uma rocha relativamente tenra e com pouco conteúdo de quartzo (máximo 5%), onde esta pode ser cortada com relativa facilidade, mesmo com o emprego de areia, enquanto que granitos mais duros e abrasivos necessitariam do carborundum, cujo preço é extremamente elevado.

O transporte dos blocos produzidos a partir dos matacões é feito por caminhões. Quando o destino é o mercado interno, os blocos são transportados às usinas de beneficiamento (serrarias). Se o destino é o mercado externo, os blocos são transportados para os portos, onde são embarcados para os países de destino.

Os principais portos de embarque são os portos de Santos (SP), Rio de Janeiro (RJ) e Vitória (ES).

10. DESDOBRAMENTO E BENEFICIAMENTO

Os blocos de granito e mármore, ao chegarem às serrarias, são submetidos ao desdobramento, operação que consiste na sua transformação em chapas, por meio de teares. Após a serragem em chapas, procede-se ao transporte destas até as marmorarias para uma nova etapa de tratamento da rocha.

Na produção das chapas de rochas ornamentais, o controle de qualidade é efetuado no acabamento das chapas serradas, por controle visual e tátil.

Nas marmorarias, cuja denominação está ligada às antigas instalações de processamento de mármore, procede-se o polimento, à lustração e à posterior serragem em formas e tamanhos definidos pelo uso final das chapas, utilizando-se politrizes, lustradeiras e serras com discos diamantados.

Atualmente, estão sendo utilizados métodos mais sofisticados para controle de qualidade, como ultra-som, onda elétrica e outros na fase de mineração, bem como nos blocos já extraídos.

Os teares são equipamentos robustos constituídos por quatro colunas, as quais sustentam um quadro que realiza movimento pendular. Neste quadro, as lâminas de aço carbono de alta dureza são dispostas no sentido longitudinal, umas paralelas às outras. O bloco de rocha é colocado sob o quadro e constantemente banhado por um fluido abrasivo composto pela mistura de água, um elemento abrasivo, normalmente granalha de aço ou ferro e cal ou carbureto. O movimento pendular do quadro faz com que as lâminas e a mistura abrasiva imprimam uma ação de corte executada pelo atrito e pelo choque contra o bloco. Este movimento é acionado por motor elétrico, através de um sistema biela-manivela, com auxílio de um volante inercial. A alimentação da mistura abrasiva é mantida por um circuito hidráulico permanentemente impulsionado por uma bomba.

10.1- A SERRARIA DE MÁRMORE E GRANITO

A serraria de mármore e granito é uma instalação que tem a função de transformar os blocos em chapas planas semi-acabadas.

As instalações industriais de uma serraria devem possuir:

- Galpão para as máquinas(teares);
- Um pátio de estocagem de blocos;
- Um pátio de estocagem de chapas.

Os principais equipamentos utilizados são:(V.Fig.2 e 3 em folha anexa)

- Teares mecânicos ou talha-blocos, para o desdobramento dos blocos;
- Pórtico rolante ou "Pau de carga" para movimentação de materiais;
- Carro porta bloco;
- Carro auto-transportador para condução do carro porta bloco.

10.2- PREPARAÇÃO DE CARGA

A preparação de carga consiste numa série de operações necessárias para a seleção, colocação e fixação do bloco a ser serrado sobre o carro porta-bloco. São elas:

- interpretação das ordens de produção;
- escolha e seleção dos blocos;
- preparação do carro porta-bloco;
- colocação do bloco no carrinho;
- inspeção e cimentação.

O fluxograma básico desta etapa esta representado na figura 4 em folha anexa.

10.3- ESCOLHA E SELEÇÃO DOS BLOCOS

A escolha e seleção dos blocos caracteriza-se por uma série de procedimentos:

- Verificação de defeitos -

Deve ser observada a existência de trincas, mulas e barbantes ou cristais, no caso de mármore. A ocorrência de um ou mais defeitos pode ser motivo de rejeição do bloco, neste caso , a serragem conduz ao desperdício e à baixa produtividade.

- Medição de blocos -

O bloco possui três medidas básicas: altura, largura e comprimento, dimensionadas em unidades métricas: metros(m), centímetros(cm) ou milímetros(mm). O bloco ideal deve apresentar a seguinte medida: A altura deve ter uma dimensão entre 160

e 180 cm; quanto maior a altura de um bloco, maior esforço mecânico será necessário. Portanto, alturas acima da média causam menor eficiência no corte inicial; já, blocos com altura inferior a média implicam numa taxa de ocupação menor, o que significa utilização do tear muito abaixo da sua capacidade plena; o volume do bloco é calculado multiplicando-se as dimensões: altura x largura x compr. Este volume deve ser o mais próximo possível da capacidade máxima do tear.

- Verificação do padrão do material -

O padrão do bloco (corrida da pedra) é determinado na pedreira através da experiência. Na serraria as pedras devem ser serradas a favor do veio, corte mais macio. Para materiais homogêneos, o sentido do corte independe. Para materiais laminares, corta-se a favor da lâmina (resistência menor).

- Verificação do esquadreamento do bloco -

As superfícies opostas dos blocos devem ser paralelas entre si. Deve ser observada a existência de pontas (saliências) e concavidades (entradas) ou cantos quebrados (blocos fenados).

- Verificação da necessidade de utilizar mais de um bloco -

É necessário utilizar mais de um bloco em uma mesma carga quando um único bloco não completa ou não ocupa um volume ideal. Na seleção de um bloco para complemento de carga deve-se observar: o bloco complementar deve ser do mesmo material ou de material de dureza similar, do contrário, o custo de serragem do material mais mole será elevado. Os blocos devem ter alturas aproximadas, isto evitará o desgaste diferencial de lâminas e a perda de tempo na inicialização (entrada das lâminas no bloco).

11. PRODUÇÃO MUNDIAL DE ROCHAS ORNAMENTAIS

A produção mundial de rochas ornamentais, ou de revestimento, foi de aproximadamente, 30 milhões de toneladas em 1991, ou de 12 milhões de metros cúbicos, correspondendo a um valor FOB-mina de US\$ 2,7 bilhões.

A Tabela 1 apresenta a evolução da produção desde 1926.

O desempenho dos principais países produtores e exportadores consta da Tabela 2.

A Brasil participou, em 1991, com 5% da produção, 8,1% das exportações de granito bruto, 2,5% dos mármore em bruto e apenas 0,7% da produção mundial de material processado.

A participação do Brasil no mercado mundial ainda é considerada modesta, apesar do país possuir uma das maiores reservas e dos mais variados tipos de granitos e mármore. A maior parte das exportações é feita sob a forma de produtos em bruto, com pequena participação de produtos beneficiados. Para estes últimos, graças a investimentos vultosos nos últimos anos, em cerca de 10 grandes projetos de mineração e processamento, prevê-se um importante aumento nas exportações, resultando em maior valor agregado na atividade.

Tabela 1

Produção mundial de pedra natural em m³

Ano	Mármore e similares (%)	Granitos e similares (%)	Ardósias e similares (%)	Total (m ³)
1926	435.000 65	65.000 10	164.000 25	664.000
1976	5.040.000 76	1.260.000 19	298.000 5	6.598.000
1986	4.864.000 60	2.736.000 34	443.000 6	8.043.000
1989	7.061.000 63	3.634.000 33	616.000 5	11.311.000
1991*	7.100.000 59	4.284.000 36	616.000 5	21.000.000

(*) Estimado

Fontes: Piedras Naturales de España 1992.
Società Editrice Apuana - World Stone Industry.

Tabela 2

Oferta mundial em 1991

País			Rochas calcárias em bruto		Rochas silicáticas em bruto		Rochas processadas	
	1.000 t	(%)	1.000 t	(%)	1.000 t	(%)	1.000 t	(%)
Brasil	1.500	5,0	27	2,5	408	8,2	20	0,7
Itália	7.500	5,0	340	32,5	126	2,5	1.752	57,8
Espanha	3.200	0,7	55	5,2	456	9,1	149	4,9
China	2.000	6,7	10	1,0	505	11,7	160	5,3
Grécia	1.800	6,0	55	5,2	ND	ND	159	5,2
Coréia do Sul	1.500	5,0	ND	ND	768	5,4	165	5,4
EUA	1.500	5,0	5	0,5	91	1,8	42	1,4
França	1.200	4,0	41	3,9	104	2,1	80	2,6
CEI	1.000	3,3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Índia	800	2,7	ND	ND	660	13,2	32	1,1
Outros	8.000	27,0	518	49,3	2.297	46,0	469	15,5
Total		30.000 100,0		1.051 100,0	4.995	100,0	3.033	100,0

Nota: ND = não determinado

Fontes: Società Editrice Apuana/DNPM/DECEX/CTIC-Sumário Mineral-DNPM-

12.CONCLUSÃO

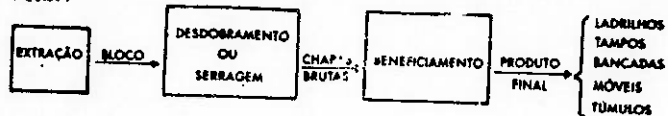
Foi possível observar, através da pesquisa realizada, a enorme quantidade de tipos de rochas ornamentais, a beleza e a grande variedade de rochas passíveis de polimento presentes no Brasil. Mármore e granitos das mais variadas cores, texturas e composições tornam a gama de opções extremamente diversificada, não só para compradores, mas também para possíveis investidores.

As grandes dificuldades do momento para o setor produtor de rochas ornamentais são as restrições do crédito e a entrada de produtos do exterior, que aumentam a concorrência. A solução seria um interesse maior do governo, através de incentivos fiscais e auxílios financeiros, e dos mineradores e produtores, que poderiam investir mais em tecnologias e pesquisas. Com isso o Brasil poderia competir com os outros países produtores. Isso pode ser percebido principalmente no fato de ser o Brasil um dos maiores exportadores de rochas in natura, e em compensação ser um pequeno produtor de rocha beneficiada, que acaba sendo vendida em estado bruto e beneficiada em outros países.

13.BIBLIOGRAFIA

1. Catálogo de Rochas Ornamentais do Estado de São Paulo
2. Catálogo de Rochas Ornamentais do Estado da Bahia
3. Catálogo de Rochas Ornamentais do Estado do Espírito Santo
4. Panorama de Rochas Ornamentais na Bahia
5. Incontro su: Ricerca, coltivazione e lavazione delle tre funzioni a fini di una ottimizzazione técnico-econômica del settore, Associazione Ingegneri Minerari ente Autonomo Fiere di Verona
7. Rochas de qualidade - outubro, novembro, dezembro - 1992
6. Rochas de qualidade - Janeiro,fevereiro, março -1994
8. Rochas de qualidade - março, abril - 1995
9. Rochas de qualidade - novembro, dezembro - 1995

FIGURA 1



FLUXO MACRO DE PRODUÇÃO DE UMA SERRARIA DE MÁRMORE E GRANITO

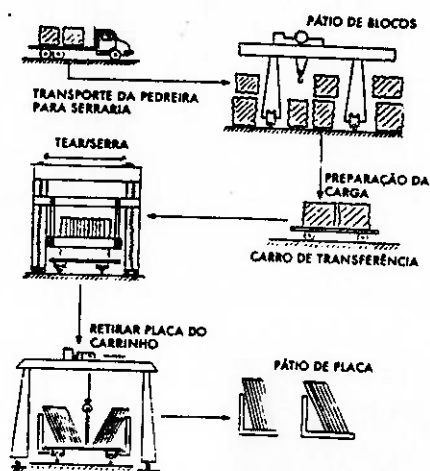
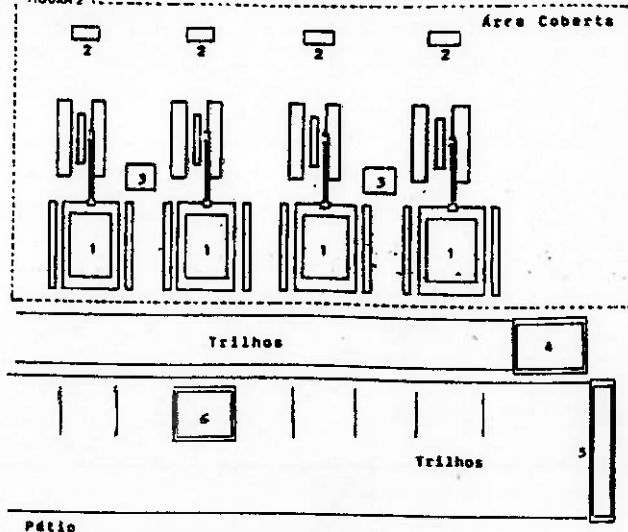


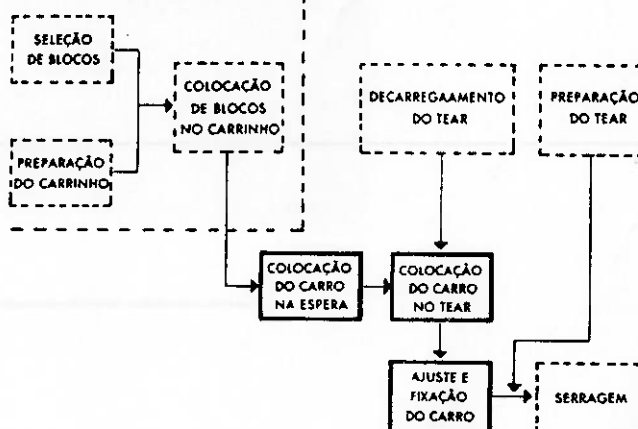
FIGURA 3

FIGURA 2



- 1 - Teares
- 2 - Quadro elétrico de controle
- 3 - Acesso ao poço de lama abrasiva
- 4 - Carro Transportador
- 5 - Pórtico de movimentação de carga
- 6 - Carro porta-bloco

FIGURA 4 - Fluxograma de atividade de preparação da carga.



———— Atividades da subunidade de carga
 - - - - - Atividades de outras unidades ou subunidades