

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**“INFLUÊNCIA DO TEOR DE QUARTZO NA
RESISTÊNCIA MECÂNICA DE ROCHAS
ORNAMENTAIS”**

Fernando Silva Torres de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Lindolfo Soares

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2001/20)

SÃO PAULO
2001

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**INFLUÊNCIA DO TEOR DE QUARTZO NA RESISTÊNCIA
MECÂNICA DE ROCHAS ORNAMENTAIS**

FERNANDO SILVA TORRES DE OLIVEIRA

DISCIPLINA 0440500 - TRABALHO DE FORMATURA

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Lindolfo Soares

Lindolfo Soares

Geól. Maria Heloísa B.O. Frascá

Maria Heloísa B.O. Frascá

Prof. Dr. Fábio Ramos Dias de Andrade

Fábio Ramos Dias de Andrade

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**“INFLUÊNCIA DO TEOR DE QUARTZO NA
RESISTÊNCIA MECÂNICA DE ROCHAS
ORNAMENTAIS”**

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2001/20)

Fernando Silva Torres de Oliveira



Orientador: Lindolfo Soares

DEDALUS - Acervo - IGC



30900009843

**São Paulo
2001**

TF
048
FST.A



DOAÇÃO COMISSÃO DE TRABALHO DE FORMAÇÃO
Data: 15 / 02 / 02

Agradecimentos

Agradeço ao meu orientador Lindolfo Soares, pela idéia inicial e apoio durante o desenvolvimento do trabalho; à AGEO Mármore e Granitos, pelo apoio técnico e financeiro deste projeto, em especial à Paulo Nogueira, pelas oportunidades, muito bem aproveitadas, e constante incentivo moral; e à Roberto Graziano, pelos milhares de quilômetros Brasil a fora estudando as lavras de granito, ensinando com total dedicação, sua longa experiência no “mundo da pedra ornamental”, e pela grande amizade adquirida; aos demais colegas de trabalho, Mara, Sueli, Silvana, Neco, Johny, Ivan e outros que indiretamente me incentivaram; aos funcionários da AGEO Mineração; à minha companheira Fabiana, por todo apoio emocional; a todos os amigos da Geologia, pelos momentos de diversão e amizade durante os anos de faculdade; aos professores e funcionários da faculdade de Geologia da USP; ao pessoal do IPT, pelo auxílio neste trabalho; aos meus irmãos Rafael, Leandro e Heloisa, pela união que traz força e vontade em todas as situações; e finalmente aos meus queridos pais, Antonio e Henriqueta, pela boa criação, lições de vida e pelo enorme amor.

Resumo

As rochas passíveis de polimento, denominadas "rochas ornamentais" são largamente utilizadas, em especial como revestimentos, na indústria da construção civil. Representam um minério de alto valor agregado, cuja exploração e formas de utilização estão em crescimento no Brasil e no mundo. O país, devido sua grande extensão territorial e ao contexto geológico no qual se insere, possui enorme potencial neste ramo da mineração, o qual carece atualmente de conhecimento técnico e científico.

Um levantamento sobre estudos anteriores e fontes de informações existentes no setor, como revistas, sindicatos, associações, órgãos e eventos foi realizado neste trabalho. Foram descritos também os principais processos utilizados no Brasil, para lavras em matacões e maciço.

As características técnicas das rochas ornamentais são determinadas através de ensaios e análises laboratoriais normatizadas, importantes para direcionar de maneira correta e econômica, sua utilização como revestimentos. Para as rochas consideradas neste estudo, um sienito e um gnaisse sienogranítico, efetuaram-se os testes tecnológicos usuais. Os resultados foram comparados a fim de determinar as propriedades naturais das rochas, atuantes no desempenho destas nas diversas utilizações.

Utilizando o teor de quartzo como parâmetro principal da análise comparativa, conclui-se que, isoladamente, não constitui um fator determinante no resultado dos testes. Propriedades como natureza da rocha, granulação, estrutura e textura foram identificados como fatores bem atuantes nos resultados das análises e ensaios tecnológicos.

Abstract

The natural stones that can be polished, named as dimension stones, have been largely used as floor and walls facing, in the civil constructions industry. Today these kind of rocks have reached high economic value. The exploration and utilization of this ore, are increasing in Brazil likewise in all the world. Brazil, a country with a large territorial domains and a favorable geological context, has a great potential in dimension stone mining. Today the activity in the country requires scientific and technical knowledge.

Previous researches about the subject and means of information like specifics magazines, associations, syndicates, organs and events were researched in this effort. The mains mining process to boulder and rock massive mines are also described.

The rocks technical characteristics are establish by standardized laboratories tests and analyses, used to direct the proper, safe and economic utilization of the rocks, as wall and floor facing. The technical characteristics of a synite and a gneisse were established. The results were compared to identify the natural proprieties responsible by the performance of the rocks in the building industry.

As a conclusion of the comparative analyses, were verified that the quantity of quartz, in the rock mineral composition, can not be taken as an unique responsible parameter by the rocks performance. Aspects like the nature or type of the rock, it's origin, textures, structures, state of alteration and grain-size of the minerals are essentials parameters on this kind of comparative analyses.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	2
3. MÉTODOS E MATERIAIS	2
4. TRABALHOS ANTERIORES E FONTES DE INFORMAÇÕES SOBRE "ROCHAS ORNAMENTAIS"	3
4.1 Cenário mundial do setor	6
4.2 Rochas Ornamentais no Brasil	9
4.3 Caracterização Tecnológica	13
4.3.1 Análises e ensaios tecnológicos	15
4.3.2 Especificações	16
5. JAZIDA DE MARROM BAHIA	17
5.1 Características gerais	17
5.2 Localização e Acessos	18
5.3 Contexto Geológico	18
5.4 Produtos	21
5.5 Sistema de Extração	22
5.6 Valor Econômico	28
5.7 Sugestões de Aprimoramento	28
5.8 Amostragem do Marrom Bahia	29
5.9 Caracterização Tecnológica	29
5.9.1 Análise Petrográfica	29
5.9.2 Ensaios Tecnológicos	30
6. JAZIDA DE GOLDEN BRASIL	31
6.1 Características Gerais	31
6.2 Localização e Acessos	31
6.3 Contexto Geológico	31
6.4 Produtos	34
6.5 Sistema de Extração	34
6.6 Valor Econômico	36
6.7 Sugestões de Aprimoramento	36
6.8 Caracterização Tecnológica	38
6.8.1 Análise petrográfica	38
6.8.2 Análises tecnológicas	38
7. ANÁLISE COMPARATIVA	38
7.1 Interpretações complementares	44
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Foto de ladrilho polido do sienito Marrom Bahia.	4
Figura 2 – Foto de ladrilho polido do gnaiss Golden Brasil.	5
Figura 3 - Valor agregado por tonelada dos minérios de ferro, ouro e rochas ornamentais.	6
Figura 4 - Perfil histórico da evolução da produção mundial de rochas ornamentais e de revestimento.	7
Figura 5 – Projeção de Consumo e Exportações Mundiais.	7
Figura 6 - Participação relativa no mercado internacional de rochas processadas.	8
Figura 7 - Principais fluxos comerciais de rochas processadas e especiais (toneladas x 1000) – posição 6802-1999.	8
Figura 8 - Evolução das exportações brasileiras.	9
Figura 9 - Quadro de Produção de Rochas no Brasil –2000.	12
Figura 10 - Análises e ensaios tecnológicos e as normas técnicas específicas para rochas beneficiadas.	16
Figura 11 - Especificações para Rochas Ornamentais utilizadas no revestimento de edificações.	17
Figura 12 - Mapa topográfico da região do Marrom Bahia.	19
Figura 13 - Mapa rodoviário de acesso a Itarantim.	20
Figura 14 - Classificações dos blocos do Marrom Bahia segundo suas dimensões.	22
Figura 15 - Vista panorâmica da lavra do Marrom Bahia.	24
Figura 16 - Matação após a limpeza (Marrom Bahia).	24
Figura 17 - Bancada separada do matação (Marrom Bahia).	25
Figura 18 - Furação para separação da bancada (Marrom Bahia).	25
Figura 19 - Desenho de um "jogo de cunhas".	26
Figura 20 - Acunhamento manual.	26
Figura 21 - Canteramento manual.	27
Figura 22 - Carregamento de blocos (Marrom Bahia).	27
Figura 23 - Resultados dos ensaios tecnológicos do sienito Marrom Bahia.	30
Figura 24 - Panorâmica das frentes do Golden Brasil e Golden Brasil Light (agosto/1999).	32
Figura 25 - Mapa rodoviário de acesso a Nova Venécia.	32
Figura 26 - Base topográfica com esboço geológico da área do Golden Brasil.	33
Figura 27 - Filão "solto" do maciço (Golden Brasil).	37

Figura 28 - Divisão da bancada (Golden Brasil).	37
Figura 29 - Resultados dos ensaios tecnológicos do gnaissé Golden Brasil.	38
Figura 30 - Resultados dos ensaios tecnológicos do sienito e do gnaissé.	39
Figura 31 - Resultados da tabela do anexo 7.	42
Figura 32 - Resultados da tabela do anexo 8.	42
Figura 33 - Resultados da tabela do anexo 9.	42
Figura 34 - Resultados da tabela do anexo 10.	42
Figura 35 – Tabela da produtividade do corte e consumo do fio helicoidal em função do teor de quartzo.	43
Figura 36 – Gráfico da influência do quartzo na produtividade do corte e no consumo de fio helicoidal.	43

ANEXOS

ANEXO 1 - Tabela de métodos, materiais e cronologia.

ANEXO 2 - Exportações para os Estados Unidos (Fonte: Stone World 2001).

ANEXO 3 - Análise petrográfica do sienito Marrom Bahia.

ANEXO 4 - TABELA: Sistema de extração do Marrom Bahia.

ANEXO 5 - TABELA : Sistema de extração do Golden Brasil.

ANEXO 6 - Análise petrográfica do gnaiss Golden Brasil.

ANEXO 7 - Tabela comparativa das rochas graníticas amarelas do Espírito Santo e sienitos.

ANEXO 8 - Tabela comparativa segundo as classificações petrográficas.

ANEXO 9 - Tabela comparativa segundo granulações: grossa, fina e média.

ANEXO 10 - Tabela comparativa segundo teor de quartzo das rochas.

1. INTRODUÇÃO

O uso das rochas nas construções feitas pelo homem, remonta a tempos antigos, da ordem de milhares de anos. Os egípcios construíram as famosas pirâmides, com enormes blocos de rochas que conferem à estas grandiosidade e alta resistência ao desgaste através dos anos. Outros exemplos de construções feitas de rocha, conservadas até hoje são a Cidade dos Astecas no Peru, as construções da Roma Antiga na Itália, a Muralha da China, entre outros. Até o século XIX, as rochas eram utilizadas como o principal elemento estrutural das construções, constituindo paredes, vigas e colunas. Esta função estrutural é então absorvida pelo uso das estruturas metálicas e do concreto. A partir do século XX, as rochas ganham nova função e começam a ser empregadas como revestimento. Esta nova forma de uso explora a exuberância das cores e desenhos que as rochas podem adquirir quando beneficiadas, sendo chamadas de rochas ornamentais.

A partir da década de 1920, a exploração das rochas ornamentais é marcada pela intensificação de lavras cujo produto final é o bloco de mármore ou granito, serrado em chapas nas indústrias de beneficiamento. A evolução das técnicas de extração e beneficiamento permite um amplo aproveitamento das rochas. Nas obras civis são bastante utilizadas como revestimentos de parede e piso, na forma de chapas polidas, lustradas, flameadas ou apicoadas. Objetos funcionais como pias, mesas e balcões, objetos decorativos, lápides e monumentos artísticos como esculturas, também podem ser feitos com rochas.

Estas utilizações requerem o atendimento ao padrão estético desejado. No entanto, as rochas não são unicamente elementos decorativos, devendo proporcionar solidez e proteção contra os agentes degradadores, como clima (principalmente para revestimentos de exterior), objetos domésticos e industriais, tráfego de pessoas e máquinas, entre outros. Para tanto, devem passar por uma caracterização tecnológica, que analisa as propriedades petrográficas, físicas, químicas e mecânicas das rochas, podendo então ser aplicadas de maneira correta, segura e econômica para diversos fins.

Apesar do Brasil possuir um grande potencial para a exploração de rochas ornamentais, devido a sua grande extensão territorial e contexto geológico, ainda carece de conhecimento técnico e científico no setor, que está em amplo desenvolvimento. A caracterização tecnológica dos materiais é de extrema importância, uma vez que representa um certificado de qualidade. Atualmente, grandes empresas beneficiadoras (serrarias e marmorarias) e consumidoras finais de rochas ornamentais consideram primordial a caracterização petrográfica e tecnológica dos materiais, como atestado de qualidade dos produtos que consomem. O minerador deve estar atento a estas exigências para que seu minério não perca ou mantenha um bom mercado consumidor.

Este estudo se propõe a estabelecer quais e como as propriedades naturais das rochas influenciam nos resultados das análises e ensaios tecnológicos, efetuando-se uma análise

comparativa entre diversas rochas ornamentais brasileiras. O teor de quartzo e como ele influencia na resistência mecânica das rochas é tema principal da análise comparativa. O trabalho engloba um estudo bibliográfico sobre "rochas ornamentais", com ênfase nas rochas brasileiras, e um levantamento sobre as fontes de informação e divulgação do setor. Os processos de extração de duas jazidas são descritos, representando os principais processos utilizados no Brasil para lavras em maciço e em matacões.

Estudos como este procuram acrescentar conhecimento técnico e científico neste ramo da atividade mineira, que explora um dos produtos mais promissores do setor mineral brasileiro.

2. OBJETIVOS

A finalidade do trabalho, de maneira geral, é determinar como o teor de quartzo afeta as propriedades mecânicas de rochas de derivação ígnea, utilizadas como "rochas ornamentais", principalmente para fins de revestimento. Além do teor de quartzo serão levados em conta grau de alteração, natureza das rochas, granulação, texturas e estruturas, que em conjunto com o teor de quartzo e ainda outros fatores, definem as propriedades físicas, químicas e mecânicas das rochas.

As etapas do trabalho possuem os seguintes objetivos:

- realizar um estudo bibliográfico sobre o tema "rochas ornamentais brasileiras"
- pesquisar o contexto geológico de uma jazida de sienito em Itarantim – BA
- pesquisar o contexto geológico de uma jazida de gnaiss no norte do Espírito Santo
- descrever brevemente os processos de extração e produtos de ambas as jazidas
- pesquisar sobre o valor econômico dos produtos das jazidas
- amostrar a rocha da jazida de sienito e realizar a caracterização tecnológica segundo normas específicas
- comparar o resultados das caracterizações entre estas e outras rochas
- determinar a influência do teor de quartzo, e possivelmente de outros fatores, nas propriedades mecânicas destas rochas

3. MÉTODOS E MATERIAIS

A metodologia para o desenvolvimento deste trabalho consiste em escolher uma rocha com ausência de quartzo, ou teor muito baixo, e outra com teor alto de quartzo e analisar o resultado de análises e ensaios tecnológicos realizados sobre estas rochas. Os resultados dos ensaios são tratados de maneira comparativa, juntamente com dados dos mesmos ensaios já existentes para outras rochas, de características mineralógicas semelhantes. Estes foram obtidos nos catálogos de rochas ornamentais brasileiras.

A rocha com baixo teor de quartzo, é um sienito (figura 1) proveniente do sul da Bahia, município de Itarantim. A jazida, segundo o Relatório Final de Pesquisa da área, situa-se no Complexo Alcalino do Rancho Queimado, cuja denominação justifica-se por localizar-se na região conhecida por este nome que foi objeto de estudo do Projeto Sul Bahia. O material é exclusivo do Brasil e possui alto valor comercial, principalmente no mercado exterior.

A rocha com alto teor de quartzo é um gnaiss sienogranítico (figura 2) de origem ígnea, proveniente do pólo graniteiro do norte do Espírito Santo. A jazida, segundo termos do Projeto Radam Brasil, pertence ao Complexo Montanha, formado por rochas ígneas e metamórficas. A caracterização tecnológica deste material foi realizada no IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo), através da empresa AGEO Granitos, que colocou a disposição os dados tecnológicos para os fins deste trabalho.

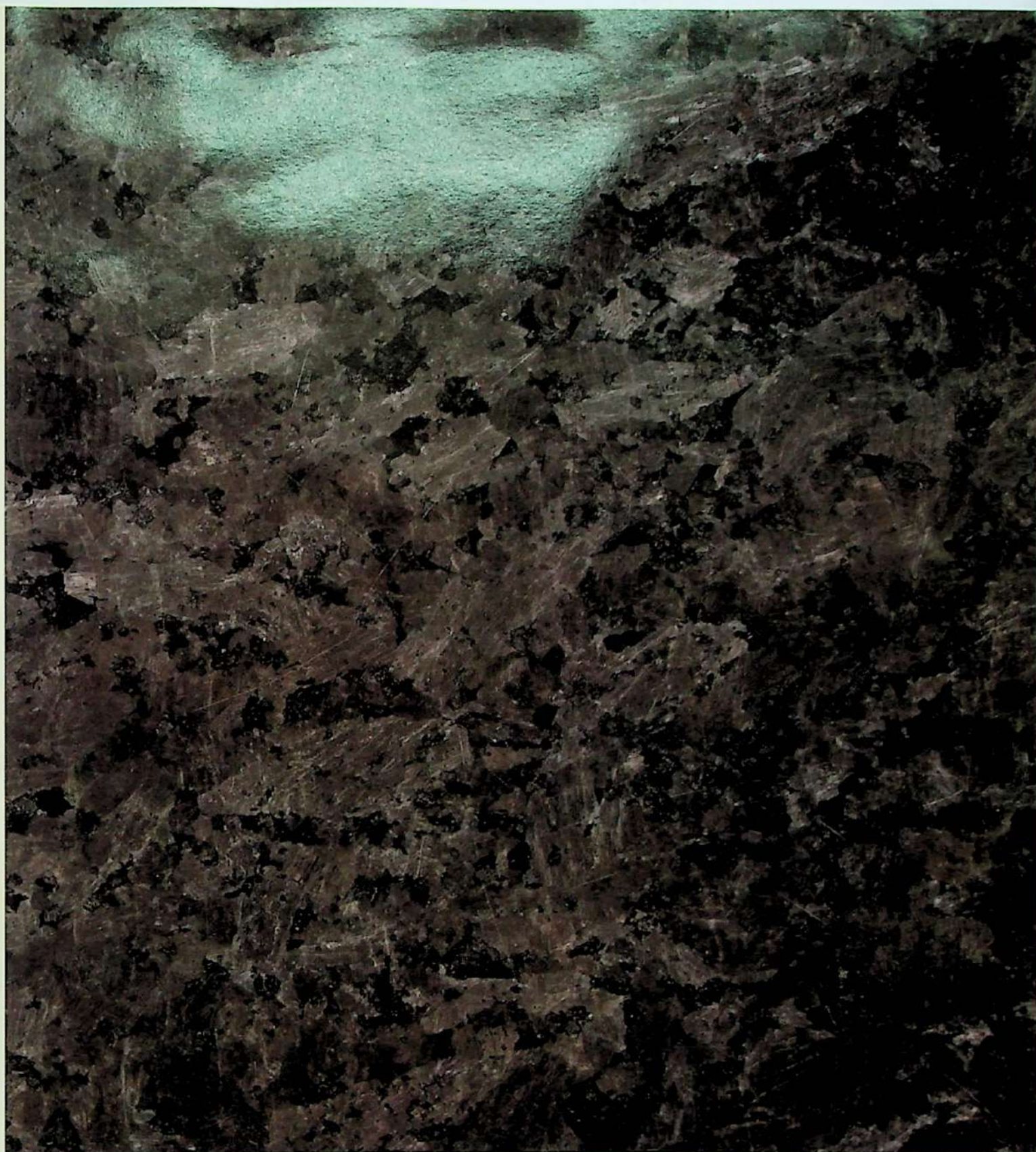
As análises e ensaios mais comumente realizados para determinar as características petrográficas, químicas e físicas das rochas, conforme normas especificadas, serão citados adiante.

O trabalho foi realizado em 6 etapas distintas. Em cada etapa foram envolvidos procedimentos e materiais específicos, sintetizados na tabela do anexo 1, assim como a cronologia do trabalho.

4. TRABALHOS ANTERIORES E FONTES DE INFORMAÇÕES SOBRE "ROCHAS ORNAMENTAIS"

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. As rochas ornamentais, denominação mais comum, são divididas em dois grupos principais, os "mármore" e "granitos". São chamadas comercialmente de granitos, rochas como gnaisses, migmatitos, sienitos, gabros, basaltos, entre outros litotipos que podem ser aproveitados como rocha ornamental. O grupo dos mármore é constituído por rochas carbonáticas, metamórficas ou não, como o próprio mármore, dolomitos, ritmitos e margas. Quartzitos, ardósias e xistos (Pedra Miracema), extraídos em placas, representam o grupo das rochas de revestimento. Conglomerados, também explorados em blocos como rocha ornamental, são conhecidos no setor pelo próprio nome, não sendo englobados no grupo dos "granitos".

Os mármore e granitos possuem ainda classificações quanto a cores, estruturas e granulação, gerando subgrupos de "mármore" e "granitos". Referente a cores, os granitos são divididos em vermelhos, rosas, amarelos, brancos, verdes, marrons, cinzas, azuis ou pretos. Granitos que apresentam estrutura heterogênea, com bandamento composicional, deformações e concentrações de minerais como gnaisses e migmatitos, são conhecidos



MARROM BAHIA

Figura 1 – Foto de ladrilho polido do sienito Marrom Bahia.



GOLDEN BRASIL

Figura 2 – Foto de ladrilho polido do gnaiss Golden Brasil.

como “granitos movimentados” e aqueles com estrutura homogênea são os “granitos não movimentados”. Granitos porfíricos são conhecidos como granitos amendoados. Quanto a granulação são chamados de granitos de “grana” fina, média ou grossa, aqueles com granulação fina, média ou grossa, respectivamente.

No grupo dos mármore as classificações são semelhantes, exceto por possuir mais grupos de cores e não possuir classificações quanto a granulometria.

Segundo relatório do Centro de Tecnologia Mineral - CETEM (2001), a cor é o principal atributo considerado para qualificação de rochas ornamentais. Em função disto os materiais são enquadrados com clássicos, comuns ou chamados excepcionais. Os clássicos não sofrem influencias 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 revestimentos, incluem mármore beges e acinzentados, além de granitos acinzentados, rosados e amarronzados. Os materiais excepcionais são normalmente utilizados para peças isoladas e pequenos revestimentos, abrangendo mármore azuis, violeta e verdes, além de granitos azuis, amarelos, multicores e brancos.

Os principais campos de aplicação das rochas ornamentais e de revestimento incluem tanto peças isoladas, como esculturas, tampos e pés de mesa, balcões, lápides e arte funerária em geral e materiais de edificações, destacando-se, nesse caso, os revestimentos internos e externos de paredes, pisos, pilares, colunas soleiras, etc (CETEM *op. cit.*).

Como materiais dimensionais, portanto aproveitados em volume, as rochas ornamentais e de revestimento têm valor comercial muito significativo frente a outras matérias primas, como verificado no quadro comparativo da figura 3. Por este motivo pode ser considerada uma atividade mineira de baixo impacto ambiental em comparação aos minérios metálicos que geram grande quantidade de rejeito. Para o minerador de rocha ornamental, quanto menos rejeito maior seu lucro, uma vez que o material desmontado do maciço ou de matacões já constitui o minério aproveitável, não necessitando processos de concentração.

Ferro ⁽¹⁾	Ouro ⁽²⁾	Rochas Ornamentais ⁽³⁾
US\$ 22/tonelada	US\$ 93/tonelada	US\$ 185/tonelada

1. Valor base do minério US\$ 22/t.

2. Valor base de US\$ 9,3/g, em minério com teor de 10g/t.

3. Valor médio de US\$ 500/m³ no mercado internacional, atribuindo-se densidade de 2,7 t/m³.

Fonte: CETEM *op. cit.*

Figura 3 - Valor agregado por tonelada dos minérios de ferro, ouro e rochas ornamentais.

4.1 Cenário mundial do setor

O relatório recente do CETEM *op. cit.*, traz um levantamento detalhado sobre o setor de rochas ornamentais no Brasil e também da situação mundial.

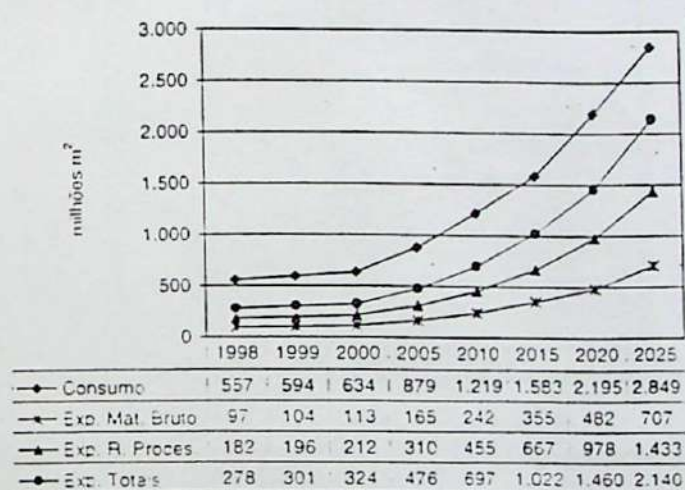
Segundo o relatório a produção mundial de rochas ornamentais (mármore, granitos e ardósias), evoluiu de 1,5 milhões de toneladas/ano na década de 20 para 55 milhões de toneladas/ano atualmente (figura 4). Há estimativas que os negócios do setor movimentem pelo menos US\$ 33 bilhões/ano.

	Marmores		Granitos		Ardósias		Total
	1.000 t	%	1.000 t	%	1.000 t	%	1.000 t
1926	1.175	65,6	175	9,8	440	24,6	1.790
1976	13.600	76,4	3.400	19,1	800	4,5	17.800
1986	13.130	60,5	7.385	34,0	1.195	5,5	21.710
1996	26.450	56,9	17.625	37,9	2.425	5,2	46.500
1997	27.650	55,8	19.350	39,1	2.500	5,1	49.500
1998	29.400	57,6	19.000	37,3	2.600	5,1	51.000
1999	31.300	57,4	20.350	37,3	2.850	5,3	54.500

Fonte: MONTANI, Carlo. STONE 2000; Repertorio Economico Mondiale.

Figura 4 - Perfil histórico da evolução da produção mundial de rochas ornamentais e de revestimento.

Cerca de 70% da produção mundial é transformada em chapas e ladrilhos para revestimentos, 15% destina-se a arte funerária, 10% para obras estruturais e 5% para outros campos. O consumo de rochas ornamentais é estimado em 600 milhões de m²/ano. Segundo projeções consumo/produção (figura 5) e dados sobre exportações mundiais, a tendência de crescimento se manterá podendo ser simulado um consumo mundial e transações internacionais de 2,1 bilhões de m² equivalentes/ano.



Fonte: MONTANI, Carlo. STONE 2000; Repertorio Economico Mondiale.

Figura 5 – Projeção de Consumo e Exportações Mundiais.

Atualmente, a Itália é o país mais forte do setor, colocando-se entre os maiores produtores, maior importador de matéria prima, maior consumidora *per capita* e maior exportador de rochas processadas (figuras 6 e 7), bens de capital e tecnologia, tendo sido responsável em 1999 por 32,9% em peso das transações de produtos beneficiados e 46% em peso das transações de máquinas e equipamentos, no mercado internacional. Este fato é baseado na própria cultura de extração e utilização dos materiais que existe no país, o qual possui grande *know-how* de tecnologias de lavra, beneficiamento e aplicação, absorvido e desenvolvido ao longo do tempo. Estas são características comuns de países europeus que integram o grupo dos maiores produtores e consumidores mundiais.

Os EUA, seguidos do Japão, são por sua vez os principais importadores de produtos acabados, tendo respondido por 32,6% em peso das transações mundiais em 1999. A China é a maior importadora de máquinas e equipamentos, tendo absorvido quase 10% em peso do total comercializado no mercado internacional em 1999.

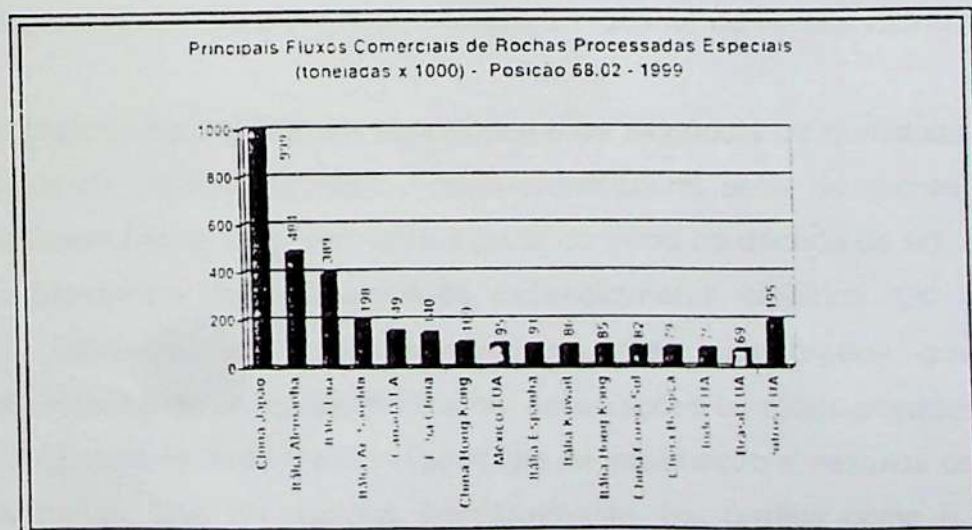
Dentre os doze principais países produtores, oito pertencem ao grupo dos principais consumidores e nove ao dos principais exportadores de rochas processadas, atestando a forte ligação entre mercado interno, produção e volume de negócios. A Itália, Espanha, Japão, Alemanha, EUA e França foram responsáveis por 40% do consumo mundial noticiado em 1999.

A participação brasileira no mercado internacional de rochas processadas é ainda limitada e está bastante aquém da posição da China e Índia (figura 6), nossos principais concorrentes. Observou-se uma queda acentuada da participação da Itália no comércio de rochas processadas, sobretudo devido ao crescimento da Índia e particularmente da China na mercado asiático, ao longo da década de 90.



Fonte: SEA, 1999 e Stone, 2000.

Figura 6 - Participação relativa no mercado internacional de rochas processadas.

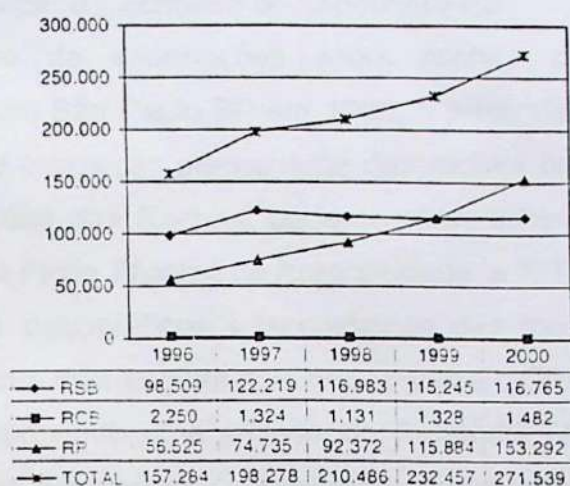


Fonte: MONTANI, Carlo. STONE 2000; Repertorio Economico Mondiale

Figura 7 - Principais fluxos comerciais de rochas processadas e especiais (toneladas x 1000) – posição 6802-1999.

4.2 Rochas Ornamentais no Brasil

Segundo dados estatísticos a mineração de rochas ornamentais está em amplo desenvolvimento no Brasil. Destaca-se um aumento contínuo das exportações brasileiras de rochas, durante toda década de 1990. A barreira dos US\$ 100 milhões foi ultrapassada em 1993 e a dos US\$ 200 milhões atingida logo após, em 1997, como mostra a figura 8.



RSB- Rocha Silicática Bruta (blocos de granitos); RCB- Rocha Carbonática Bruta (blocos de mármore); RP- Rochas Processadas (Produtos de Mármore e Granitos)

Fonte: CETEM 2001.

Figura 8 - Evolução das exportações brasileiras.

O setor brasileiro de rochas ornamentais conta com a produção de 500 variedades comerciais de rochas, entre granitos, mármore, ardósias, travertinos, pedra sabão, basaltos serpentinitos, conglomerados, pedra talco e materiais do tipo pedra Miracema, pedra Cariri e pedra Morisca, derivadas de quase 1300 frentes de lavra. Com relação ao item mão-de-obra, o setor absorve cerca de 105.000 empregos diretos e as transações comerciais brasileiras do setor de rochas ornamentais e de revestimento atingem US\$ 2,1 bilhões/ano (CETEM *op. cit.*).

Atualmente, o Brasil é o segundo maior exportador de granitos para os Estados Unidos, perdendo somente para o Itália, segundo divulgação recente da revista Stone World (anexo 2).

Com o crescimento da importância econômica e da exigência de qualidade por parte do mercado consumidor, o conhecimento técnico-científico no setor de rochas ornamentais brasileiro vem aumentando, principalmente a partir do início da década de 90, ainda que em alguns ramos predomine um conhecimento essencialmente empírico. Os veículos para ampliação do conhecimento técnico-científico na área são órgãos governamentais, universidades, institutos de pesquisa, sindicatos, associações e órgãos privados.

Atualmente, existem no setor fontes específicas de informação e veículos comunicadores para todos os ramos. São constituídos, principalmente, por órgãos como o Sindicato de Mármore e Granitos - SIMAGRAN, a Associação Brasileira das Indústrias de Rochas Ornamentais - ABIROCHAS, a Companhia Mineradora de Minas Gerais - COMIG, a

Companhia Baiana de Produção Mineral - CBPM, o Centro de Tecnologia Mineral - CETEM, entre outros. As principais revistas são: Rochas de Qualidade, Geoflux, Brasil Mineral (não é específica sobre rochas ornamentais), e publicações periódicas da ABIROCHAS e do SIMAGRAN. Os eventos de maior potencial são as feiras internacionais que ocorrem anualmente em São Paulo-SP e Cachoeiro do Itapemirim-ES.

Um destacável centro de informações sobre rochas ornamentais brasileiras, o CinRochas, foi instalado em São Paulo-SP em 1998, a partir da iniciativa dos mineradores brasileiros. É um local de exposição permanente das rochas brasileiras, onde, através do SIR-Sistema de Informações das Rochas, pode-se obter informações sobre os materiais expostos, certificados pela Ficha Técnica de Autenticidade, a FITA. Além disso, a exposição oferece as características petrográficas e tecnológicas das rochas. Rochas de Qualidade (2001), apresenta artigo com informações detalhadas sobre o CinRochas.

Chiodi Filho (2001), apresenta uma síntese do Relatório Técnico do CETEM *op. cit.*, sobre o setor de rochas ornamentais brasileiras, como valor econômico do produto brasileiro, principais produtores em cada região do Brasil, desenvolvimento dos mercados interno e externo, entre outros.

Serão mencionados adiante trabalhos existentes sobre rochas ornamentais brasileiras, organizados segundo uma divisão do setor em quatro ramos: pesquisa geológica, indústria extrativa, indústria de transformação e caracterização tecnológica.

➤ **pesquisa geológica**

A revista Rochas de Qualidade é um forte meio de divulgações de estudos no setor de rochas ornamentais como um todo.

Quanto a pesquisa geológica, a revista Rochas de Qualidade (1990), ressaltou a importância da caracterização geológica das jazidas durante o processo de extração das rochas ornamentais. São detalhadas as fases de pesquisa bibliográfica, levantamento topográfico, amostragem, estudos de mercado e de viabilidade de lavra, com a finalidade de demonstrar a importância do trabalho científico na descoberta e no aproveitamento de novas jazidas.

Rochas de Qualidade (1996), aborda novamente a importância da pesquisa geológica com ênfase no mapeamento geológico. Destaca-se a caracterização geomorfológica local, descrição do maciço rochoso e análise estrutural a fim de se conhecer a litoestratigrafia e o condicionamento estrutural da jazida. Estas características resultam, conforme Rochas de Qualidade (*op.cit.*), no planejamento de métodos mais eficientes de exploração.

Artur *et. al.* (1998a), contribuíram para a pesquisa de "granitos ornamentais" elaborando um mapa provisional destes granitos do Estado de São Paulo, com base no método da tipologia do zircão. Os granitos são classificados em seis linhagens e dez variedades, as quais caracterizam-se por aspectos específicos como mineralogia, geoquímica, texturas e

estruturas, entre outros, os quais contribuem para a avaliação da potencialidade e da qualidade de corpos graníticos para utilização como rochas ornamentais.

Artur *et. al.* (1998b) realizam detalhamento das seis linhagens básicas de granitóides baseadas na tipologia do zircão, ressaltando a composição mineralógica, texturas e estruturas de cada linhagem e relacionam estas características com as propriedades físico-mecânicas de interesse para o uso como rocha de revestimento.

Chiodi & Gross (1996), apresentam fatores gerais e particulares que devem ser considerados para a realização de pesquisa mineral para rochas ornamentais, além de uma sequência de trabalhos a ser seguida a fim otimizar as atividades de pesquisa e de garantir uma melhor avaliação do depósito. Segundo os autores, garante-se como isso um menor percentual de erro nas conclusões sobre a favorabilidade econômica do jazimento mineral. Neste estudo são citados os trabalhos de Koppe (1994 a e b), que também contribuem para a pesquisa geológica de rochas ornamentais.

Moço (1981), realizou abrangente reconhecimento geológico de "mármore" em Guixaba, no estado do Piauí, discutindo os condicionantes geológicos, petrológicos e geomorfológicos do jazimento, além de critérios para caracterização tecnológica aplicados ao aproveitamento do material explorado.

➤ **indústria extrativa**

A produção brasileira de granitos e mármore, estimada a partir de levantamentos de campo e outras fontes confiáveis de informação, totaliza 4 milhões de toneladas, sendo 3,0 milhões de toneladas de granitos e 1,0 milhão de toneladas de mármore. Considerando a produção de ardósias, quartzitos foliados e pedra Miracema, dentre outros, a produção total brasileira de rochas ornamentais e de revestimento alcança quase 5,2 milhões de toneladas. São estimadas 1.300 lavras de rochas ornamentais em atividade e encontram-se registradas 300 empresas mineradoras. Os granitos constituem o principal produto brasileiro do setor, perfazendo cerca de 60% da produção nacional, apresentando mais de 300 variedades comerciais. Dos 40% restantes, 20% são relativos a mármore e quase 10% a ardósias, como mostra a figura 9.

O Espírito Santo é o principal produtor de granitos e mármore, respondendo com 56% da extração de granitos e 75% da extração de mármore. O Estado de Minas Gerais responde pela maior diversidade de rochas extraídas, incluindo-se granitos, mármore, serpentinitos, pedra sabão, pedra talco e rochas de revestimento como ardósias, quartzitos foliados, pedra Lagoa Santa, etc. No Estado do Rio de Janeiro destaca-se a extração de pedra Miracema e pedra Madeira, que já respondem por 4% da produção brasileira de rochas ornamentais e de revestimento. A extração de quartzitos maciços e travertinos, é exclusiva do Estado da Bahia. Os estados do Espírito Santo, Minas Gerais e Bahia

respondem por 80% da produção nacional, sendo que o Espírito Santo responsável por 47% do total produzido (CETEM *op. cit.*).

Tipo de Rocha	Quantidade (t)	Participação (%)
Granitos	2.964.280	57,2
Mármore	959.800	18,5
Ardósias	407.000	7,8
Quartzitos Foliados	281.000	5,4
Pedra Miracema	182.000	3,5
Quartzitos Maciços	63.700	1,2
Pedra Cariri	60.000	1,1
Arenitos	49.000	0,9
Basaltos	39.120	0,7
Pedra Sabão / Serpentinito	38.500	0,7
Pedra Morisca	3.600	0,07
Outras	137.600	2,6
Total	5.185.600	100

Fonte: CETEM *op.cit.*

Figura 9 - Quadro de Produção de Rochas no Brasil –2000.

Neste ramo do setor de rochas ornamentais, predomina o conhecimento empírico, principalmente em pequenas e médias minerações, e uma forte carência de estudos técnicos sobre métodos de extração e aproveitamento de lavra. Nos últimos anos as técnicas atuais de extração foram incorporadas pelos mineradores frente a necessidade de produzir o necessário para manter os compromissos de venda. Estas técnicas englobam a utilização de equipamentos de corte como maçarico (jet-flame), fio diamantado e massa expansiva em detrimento as técnicas de perfuração e uso de explosivo. Ainda assim não existe um domínio sobre ciclo de produção, planejamento de lavra, conhecimento sobre as características das rochas e dos jazimentos, sendo utilizada uma metodologia totalmente empírica (CETEM *op.cit.*).

Chiodi & Ono (1995), abordam o assunto descrevendo vários tipos de lavras de rochas ornamentais brasileiras e as principais técnicas de corte para desmonte de blocos. Os autores afirmam que a maioria da produção brasileira é provinda de lavras de matacões e a lavra de maciço é feita sem o rigor técnico necessário.

Vidal (1995), realizou amplo levantamento do setor de rochas ornamentais do Estado do Ceará, enfocando métodos de exploração, as tecnologias de extração, aspectos mercadológicos, e analisou o cenário de desenvolvimento do parque industrial. Além disso, também apresentou características tecnológicas e petrográficas das rochas ornamentais do Ceará, e breves descrições da geologia das pedreiras em atividade.

➤ indústria de transformação

O processo básico de transformação, ou beneficiamento de blocos de rochas ornamentais, é a serragem gerando chapas brutas, que são acabadas e destinadas ao consumidor final. A indústria de transformação brasileira ainda não alcançou um desempenho como em outras partes do mundo, principalmente a Europa, onde a utilização e transformação de rochas ornamentais é muito mais antiga que no Brasil, com desenvolvimento significativo somente nos últimos 20 anos, como afirmado por Vidal & Stellan (1996).

O maior pátio industrial de rochas ornamentais do Brasil localiza-se em Vitória do Espírito Santo, constituído por grandes empresas, serrarias e marmorarias, segundo artigo de Chiodi (2001), publicado na revista Rochas de Qualidade (2001). A tecnologia utilizada por estas empresas é importada, principalmente da Itália. O meio de divulgação dos produtos fabricados e fontes de informações para o desenvolvimento tecnológico deste ramo são revistas específicas, as quais atualizam os fabricantes sobre novos maquinários e insumos utilizados da indústria transformadora, além de associações e sindicatos do setor de rocha ornamental.

O parque industrial brasileiro, um dos maiores do mundo, conta com 1600 teares para serragem de blocos, encarregados do beneficiamento primário. No entanto, este parque industrial encontra-se em sua maior parte, obsoleto ou sucateado, sobretudo pela idade dos teares em operação (CETEM *op. cit.*).

Os estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo se destacam com cerca de 70% dos teares em atividade, sendo que a grande maioria dos equipamentos possui idade superior a dez anos e não incorporam os avanços tecnológicos que permitem as melhorias de produtividade (CETEM *op. cit.*).

Com relação ao segmento de marmoraria, que realiza o último estágio de acabamento antes do produto atingir o consumidor, os Estados de São Paulo e Minas Gerais respondem por cerca de 60% do universo de quase 6500 marmorarias existentes no país, das quais 75% estão concentradas nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. Este segmento é responsável por mais de 50% do valor das transações comerciais no Brasil, sendo necessária a incorporação de nova tecnologia tão ou mais aguda que nos segmentos de extração e beneficiamento primário (CETEM *op. cit.*).

4.3 Caracterização Tecnológica

Este é um ramo bem desenvolvido do setor, sendo tema de várias teses de universidades, artigos de revistas e catálogos estaduais de rochas ornamentais, ainda assim, a maioria das lavras, em especial as pequenas e médias, não dispõem das características tecnológicas de seus materiais.

Durante as décadas de 80 e 90, foram publicados, a partir de iniciativa de governos estaduais, catálogos de rochas ornamentais dispondo de informações sobre a importância da caracterização tecnológica das rochas de revestimento e divulgando os produtos produzidos nos estados. Os que elaboraram trabalhos com a finalidade de divulgar suas rochas ornamentais foram o Ceará (1989), Santa Catarina (1989), São Paulo (1990), Paraná (1991), Espírito Santo (1993), Bahia (1994) e Goiás (1995). Destacam-se os catálogos de São Paulo (1990), atualizado em versão CD-Room (2000), do Espírito Santo (1993), e o catálogo da Bahia (1994), produzidos pelo IPT, os quais apresentam abrangente caracterização petrográfica e tecnológica dos "mármore" e "granitos" destes estados, utilizando procedimentos normalizados segundo recomendações de normas brasileiras e internacionais.

Dib (1998), apresenta um estudo no qual realiza a caracterização petrográfica e tecnológica do "Granito Rosa Itupeva", explorado em Itupeva, no Estado de São Paulo, e analisa como o beneficiamento da rocha afeta as propriedades naturais da rocha. Além disso apresenta alguns estudos brasileiros sobre caracterização tecnológica, descrevendo o conteúdo dos trabalhos de Petrucci (1974), Caruso & Taioli (1978), Moço (1981), Frazão (1992), Vidal (1995), Frazão & Farjallat (1995); Alencar *et. al.* (1996), Rodrigues *et. al.* (1996), Flain & Frazão (1998), Frascá *et. al.* (1998), Quitete & Rodrigues (1998), Moura *et. al.* (1998), Bezerra *et. al.* (1998) e Oliveira *et. al.* (1998).

Segundo Dib 1998, uma das primeiras iniciativas de caracterização das rochas utilizadas na construção civil foi da revista "Rochas de Qualidade (1974), citando e descrevendo as seguintes características: "cor, textura, densidade, dureza, resistência (à compressão e esforços transversais), porosidade, permeabilidade, resistência à congelação e resistência ao calor". No mesmo ano, Petrucci (1974), fez considerações a respeito da classificação genética das rochas e definiu que "as propriedades fundamentais das pedras devem referir-se aos requisitos de resistência mecânica, durabilidade, trabalhabilidade e estética". O autor apontou normas alemãs e americanas para caracterização de rochas ornamentais, afirmando também a deficiência das normas da ABNT para as rochas ornamentais utilizadas na construção civil.

O IPT (1978) propõem roteiro de ensaios necessários a caracterização tecnológica de material de cantaria para a fase de extração e beneficiamento.

Frazão (1992) defendeu a necessidade do conhecimento das características tecnológicas das rochas para revestimento como fator fundamental para permitir a previsão das formas de utilização mais adequadas. Apontou o problema da carência de normas brasileiras específicas para rochas ornamentais e utilizou normas internacionais para a realização de ensaios e análises tecnológicas.

No mesmo ano de 1992, a ABNT publicou sete normas específicas para rochas de revestimento, normalizando os procedimentos de laboratório para determinação da

resistência à flexão, ao impacto de corpo duro, coeficiente de dilatação térmica linear, índices físicos, compressão uniaxial ao natural e associada ao congelamento e degelo e análise petrográfica. A partir de então os catálogos de rochas ornamentais dos estados brasileiros começaram a utilizar estas normas, notadamente os do Espírito Santo (1993), da Bahia (1994) e o de São Paulo (2000).

A importância da caracterização tecnológica na comercialização das rochas ornamentais tende a aumentar cada vez mais. Para a união européia, o Comitê Europeu de Normatização—CEN criou o grupo técnico CEN.TC.246 Natural Stones, que estabelecerá normas para especificação de materiais, ensaios e produtos. Mais amplamente, as especificações firmadas pela CEN.TC.246 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 (CETEM *op. cit.*).

4.3.1 Análises e ensaios tecnológicos

Para atender as solicitações impostas às rochas, principalmente na construção civil, faz-se necessária uma série de ensaios e análises para determinar se a rocha é tecnicamente apta para desempenhar a função para a qual foi projetada, ou para direcionar o uso adequado de acordo com suas propriedades naturais. Trata-se da caracterização tecnológica.

Análises e ensaios tecnológicos, buscam definir as propriedades mineralógicas, químicas, físicas e mecânicas das rochas, com enfoque nas características desejáveis para um bom desempenho da rocha como material ornamental ou de revestimento, que são:

- alta resistência ao intemperismo e a agentes químicos, quando usadas em revestimentos de exteriores
- impermeabilidade (baixa capacidade de absorção de líquidos), para evitar manchamentos e deterioração
- alta resistência ao desgaste abrasivo, para uso em pisos
- alta resistência à flexão, especialmente para o uso em revestimento de edifícios por fixação com ancoragens metálicas.

Os ensaios e análises pertinentes para rochas ornamentais, baseados em normas da ABNT e ASTM, estão listados abaixo com as respectivas finalidades:

-Análise petrográfica (ABNT NBR 12.768/92) : fornece a natureza, mineralogia e classificação da rocha, com ênfase às feições que poderão comprometer suas resistências mecânica e química, e afetar sua durabilidade e estética.

-**Índices físicos (ABNT NBR 12.766/92):** referem-se às propriedades das massas específicas aparentes seca e saturada, porosidade aparente e absorção d'água, que permitem avaliar, indiretamente, o estado de alteração e de coesão das rochas.

-**Desgaste abrasivo Amsler (ABNT NBR 12.042/92):** indica a redução de altura, que placas de rochas devem apresentar após um percurso abrasivo de 1000 m, na máquina Amsler. Este ensaio procura simular, em laboratório, a solicitação por atrito devido ao tráfego de pessoas ou de veículos.

-**Compressão Uniaxial (ABNT NBR 12.767/92):** determina a tensão que provoca a ruptura da rocha quando submetida a esforços compressivos. Serve para avaliar a resistência de rocha quando utilizada como elemento estrutural.

-**Tração na Flexão (ABNT NBR 12.763/92):** determina a tensão que provoca a ruptura da rocha quando submetida a esforços fletores. Serve para avaliar sua aptidão para uso em revestimento de fachadas.

-**Velocidade de propagação de ondas longitudinais (ASTM D 2845/95):** serve para avaliar, indiretamente, o grau de alteração e de coesão das rochas.

A figura 10, apresenta uma tabela com os ensaios e análises, recomendados no Catálogo de Rochas Ornamentais e de Revestimento do Estado de São Paulo, com as normas técnicas específicas correspondentes, para rochas beneficiadas.

BENEFICIADAS	Flexão	ASTM C 880/89
	Impacto de Corpo Duro	ABNT NBR 12764/92
	Alterabilidade ante produtos de limpeza	ABNT NBR 13818/97 modificada

Figura 10 - Análises e ensaios tecnológicos e as normas técnicas específicas para rochas beneficiadas.

Neste trabalho foram realizadas as análises e testes descritos acima para amostras brutas do sienito Marrom Bahia.

4.3.2 Especificações

Os resultados dos ensaios tecnológicos são utilizados como referência para avaliar e prever o desempenho da rocha como revestimento, a partir da comparação com valores limites especificados para os ensaios tecnológicos. A figura 11 mostra as especificações da ASTM para "granitos" (ASTM C 615), e os valores sugeridos por Frazão & Farjallat (1996) para "rochas silicáticas", destinadas ao revestimento de edificações.

ENSAIOS	Rocha Ornamental	
	"Granitos" ⁽¹⁾	Rochas Silicáticas ⁽²⁾
Massa Específica (kg/m ³)	≥2.560	≥2.550
Porosidade (kg/m ³)	n.e.	≤1
Absorção d'água (%)	≤0,4	≤0,4
Desgaste Amsler (mm)	n.e.	≤1
Compressão Uniaxial (MPa)	≥131	≥100
Módulo de ruptura (MPa)	≥10,34	≥10

n.e. = não especificado (1) ASTM (1995)

(2) Frazão & Farjallat (1996)

Figura 11 - Especificações para Rochas Ornamentais utilizadas no revestimento de edificações.

5. JAZIDA DO MARROM BAHIA

5.1 Características gerais

➤ tipo de material e de jazida

A lavra do Marrom Bahia, um sienito alcalino de coloração marrom acinzentado, é realizada em matacões "*in situ*", na região do Rancho Queimado, em Itarantim, Bahia. Os matacões possuem um sistema de fraturamento intenso e grande incidência de anomalias, como veios de mineral branco (provavelmente feldspato alterado), concentrações de feldspatos com granulometria maior que a típica e feldspatos de cor mais clara que a cor padrão. O volume médio dos matacões varia de 40 a 60 m³ e estão em geral enterrados ou sub-aflorantes. O relevo na área da jazida é suave, com morros de topo aplainado, cujos desníveis são de até 80 metros.

➤ área de pesquisa e empresa responsável

A lavra é explorada pela empresa AGEO Mineração Ltda e o produto é comercializado pela empresa AGEO Granitos (nome fantasia), ambas do mesmo grupo. A pesquisa mineral, referente ao processo do DNPM N° 871.294/97, possui uma área de 3 hectares. A empresa já possui licença junto à prefeitura de Itarantim, aprovação do relatório final de pesquisa, a guia de utilização emitida pelo DNPM e a licença ambiental emitida pelo Centro de Recursos Ambientais - CRA, com validade de três anos a partir de agosto de 2001. Além da área onde se localiza a atual lavra, a empresa possui mais 2 áreas justapostas, totalizando uma área de 9 hectares (as três áreas mencionadas).

➤ reserva, produção e custo/benefício

Segundo o Relatório Final de Pesquisa, a reserva medida na área é de 265.754,15 m³. Considerando uma produção de 300 m³ / mês, a jazida possui vida útil de 73,8 anos. A produção atual da lavra é em média 30 m³, muito aquém dos 300 m³ supostos acima. Esta discrepância já era esperada pela empresa, pois a lavra realizada nos matacões, implica em uma fase de limpeza para expor o maciço, no qual pretende-se que a produção da lavra atinja a meta estipulada. A exploração dos matacões iniciada a cerca de 1 ano, também constitui um método de investigação direta, fornecendo principalmente, dados estruturais que podem ser projetados para o maciço, orientando desde de já a sua futura exploração.

A análise custo/benefício mensal, é referente ao atual estágio da lavra. O cálculo é o seguinte:

-custos: Toda a verba envolvida na produção mensal, como insumos, investimentos com maquinário, folha de pagamento, combustíveis, manutenção, infra-estrutura e outras despesas esporádicas = R\$ 20.000,00.

-benefício: Proveniente da venda da produção mensal. Material de exportação- 9 m³ (30% do total) x 750 US\$=6750 US\$. Material para mercado interno- 21 m³ (70% do total) x 300 US\$=6300 US\$. TOTAL= 13.050 US\$ x 2,5 (valor estipulado do dólar)= R\$ 32.625,00.

-razão custo/benefício: 0,6. Este valor indica que o empreendimento é lucrativo pois o custo é menor que o benefício. O lucro mensal é de R\$ 12.625,00.

Os valores e produtos da lavra são mencionados adiante com maior detalhe. Os dados apresentados acima são valores aproximados e dinâmicos, apresentados com intuito de fornecer uma "idéia" da magnitude do empreendimento.

➤ **mineralogia básica**

A mineralogia básica da rocha é feldspato, biotita, piroxênio, anfibólio, apatita e magnetita. É classificada petrograficamente como sienito alcalino. A descrição completa está no anexo 3.

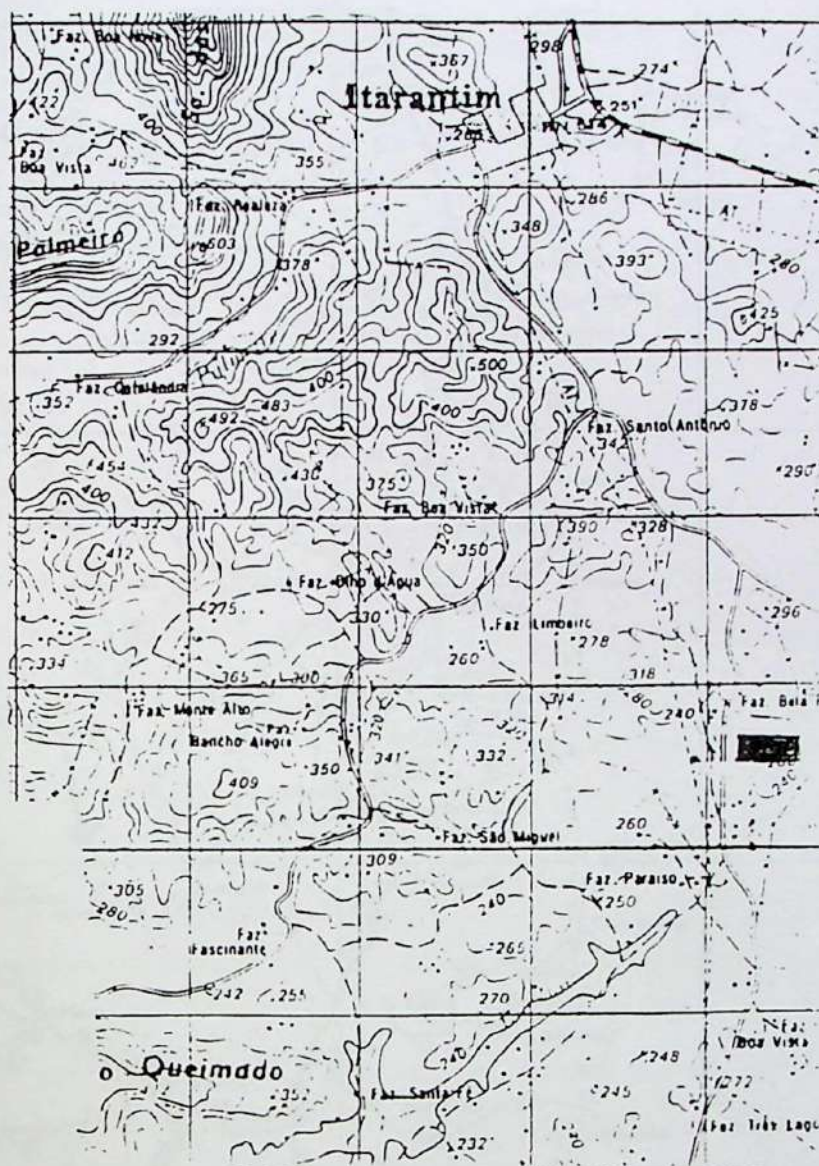
5.2 Localização e Acessos

A jazida localiza-se a 16 km a sul do município de Itarantim, no distrito de Rancho Queimado, dentro dos domínios da fazenda Bela Flor (figura 12). A principal via de acesso para a cidade de Itarantim é a rodovia BA-670. Esta pode ser alcançada a partir da BR-101 e da BR-116, passando respectivamente pelas rodovias BA-263 e BA-324 (figura 13).

As distâncias da jazida até os portos de Vitória e Salvador são de cerca de 1000 e 670 km respectivamente. Estes são os principais portos de escoamento do material para o exterior.

5.3 Contexto Geológico

Os estudos mais recentes sobre os terrenos da região de Itarantim, foram os projetos Rochas Alcalinas do Sul da Bahia, por Marinho *et. al.* (1974), e Rochas Alcalinas de Itarantim, por Barbosa, D. P., *et. al.* (1976), *in*: Relatório Final de Pesquisa (AGEO). No primeiro, foi identificado um grande corpo alcalino intrusivo a 10 km a sul de Itarantim, na região conhecida como Rancho Queimado, além de corpos menores localizados próximos a cidade de Potiraguá. Sugere-se que estes corpos possam estar associados a um "trend" nordeste-sudoeste de falhamentos, resultando, portanto, de manifestações pós-cinemáticas.



SITUAÇÃO DA ÁREA

Fonte: carta topográfica SD-24-Y-D-IV-ITARANTIM ESC-1:1000.000.
 Figura 12 - Mapa topográfico da região do Marrom Bahia.

A região da lavra de Marrom Bahia, localiza-se no Corpo Alcalino de Rancho Queimado. Segundo os autores o corpo alcalino apresenta uma forma de pêra, comum a maciços desta natureza, medindo 16 km de comprimento orientado na direção NE/SW, e largura variável de 3 a 12 km. Um pequeno corpo ocorre mais a sul deste, podendo tratar-se do mesmo corpo, conectado em profundidade. A intrusão deste corpo gerou uma deformação nas rochas encaixantes, representada por um arqueamento a sua volta e uma extensa auréola de gnaisses fenitizados.

Neste maciço foram diferenciadas cinco fácies petrográficas, classificadas como biotita nefelina sienito, aegirina nefelina sienito, aegirina sienito, quartzo sienito e sodalita sienito.

A rocha explorada corresponde ao aegirina-sienito, que apresenta extensão de aproximadamente 12 por 4 km, exibindo cor castanho escura a marrom, granulação grossa, podendo localmente chegar a pegmatóide.

5.4 Produtos

A produção da lavra do Marrom Bahia é constituída por blocos brutos canterados que são classificados, basicamente, de acordo com suas qualidades e dimensões. A qualidade é determinada pela incidência e tipo de anomalias existentes, chamadas na prática de “defeitos”. Vários tipos de materiais são classificados de acordo com a qualidade dos blocos, os quais serão aqui generalizados da seguinte maneira:

-blocos de primeira: não apresentam nenhuma variação no padrão, ou seja, são livres de anomalias. Estes são os blocos de maior valor econômico, destinados essencialmente à exportação.

-blocos de segunda: apresentam anomalias não marcantes e de baixa incidência. As anomalias aceitáveis para este tipo de material são até dois veios de espessuras milimétricas. São blocos de valor intermediário, destinados ao mercado nacional e a um mercado externo específico.

-blocos de terceira: apresentam anomalias marcantes como variação de cor e veios espessos, de dimensões centimétricas. Representa um produto de mercado nacional para confecção de ladrilhos.

Quanto às dimensões, os blocos são divididos em quatro classes, como mostra a figura 14. A largura é uma dimensão que pode em geral, variar de 0,4m até 2m. As medidas apresentadas acima são padronizadas pelas fábricas beneficiadoras de acordo com os equipamentos que possuem. O principal equipamento empregado para serrar blocos é o “tear de blocos”, que deve trabalhar blocos de dimensões ideais conforme sua capacidade.

Quadrotes e alguns blocos pequenos (dependendo da qualidade), são produtos para corte com equipamento provido de serras diamantadas, chamado de “talha bloco”, que diferente do tear destinado a produção de chapas, produz basicamente ladrilhos.

1-GRANDE	Comprimento (m)	Altura (m)
Medida máxima	3,2	1,90
Medida mínima	2,55	1,40
2-MÉDIO	Comprimento (m)	Altura (m)
Medida máxima	2,54	1,39
Medida mínima	2,40	1,20
3-PEQUENO	Comprimento (m)	Altura (m)
Medida máxima	2,39	1,19
Medida mínima	1,30	0,70
4-QUADROTE	Comprimento (m)	Altura (m)
Medida máxima	1,29	0,70
Medida mínima	0,90	0,50

Figura 14 - Classificações dos blocos do Marrom Bahia segundo suas dimensões.

A prioridade da lavra é produzir blocos grandes de primeira qualidade, pois possuem maior valor econômico. No entanto os produtos principais extraídos atualmente na jazida, são blocos pequenos de primeira e segunda qualidade e blocos grandes de terceira qualidade, devido principalmente, as características da jazida, que apresenta complexo sistema de fraturas e alta incidência de anomalias.

É importante lembrar que a classificação dos produtos, utilizada pelas empresas do grupo AGEO, é refinada e complexa, inserindo vários parâmetros como regularidade das faces, coloração, posição, dimensões e tipos de "defeitos", fissuras nos minerais, trincas e orientação dos minerais em relação as faces dos blocos. A descrição acima se refere apenas aos princípios básicos desta classificação.

5.5 Sistema de Extração

A extração do Marrom Bahia, atualmente, é realizada a partir dos matacões sobrepostos ao maciço rochoso. O sistema de extração pode ser descrito em 4 etapas. Segundo esquematizado no anexo 4.

1. SELEÇÃO:

Os matacões são selecionados pela localização topográfica, tamanho, grau de fraturamento e incidência de anomalias. Os primeiros a serem extraídos são os de níveis topográficos superiores, evitando assim que posteriormente, o acesso para o topo da montanha torne-se difícil, devido a escavações na base ou meia encosta da montanha.

Atualmente a frente de lavra ainda encontra-se praticamente no topo da montanha onde foi iniciada, conforme indicado na figura 15. Matacões muito pequenos são evitados pois existe um tamanho mínimo para confecção dos blocos. Os matacões devem possuir, em geral, dimensões maiores que três metros. Os menores são fragmentados com explosivos ou removidos com a máquina carregadeira de concha para o pátio de rejeito.

Matacões que apresentam duas ou mais direções de fraturas, geralmente são descartados, pois tais condições provocam a fragmentação em blocos pequenos e com

formas triangulares. Este problema é muito comum nesta jazida, devido a sua formação geológica, gerando grande quantidade de rejeito e baixa produtividade.

2. LIMPEZA:

Corresponde a etapa de remoção de rocha alterada e fragmentos de rocha fresca para expor os matacões, como mostra a figura 16. A limpeza é iniciada com uma escavadeira, retirando material estéril entre os matacões, nos locais de difícil acesso. Em seguida, este material é transportado pela carregadeira até o pátio de rejeito. A rocha alterada apresenta-se bastante coesa e com muitos fragmentos de rocha fresca, que em geral devem ser detonados. Estas condições desgastam muito o maquinário e tomam o processo lento.

3. BANCADA:

Nesta etapa é feito um corte vertical que separa um grande bloco dos matacões, chamado de bancada (figura 17), o qual é subdividido gerando os blocos de tamanhos comerciais. O plano de corte para separação da bancada é definido com furação contínua, efetuada com marteletes roto-pneumático manuais (figura 18), e aberto com acunhamento manual, cujo processo será explicado adiante. A bancada deve ser derrubada sobre uma camada de terra, chamada de "cama" para evitar possíveis fragmentações.

A divisão da bancada é orientada segundo a posição dos defeitos, a fim de evita-los, produzindo assim blocos de primeira qualidade. Para visualização dos defeitos, as faces da bancada são lavadas com água, que realça as cores.

Os planos de divisão das bancadas, que já constituem as futuras faces dos blocos, são gerados com furação contínua. As profundidades dos furos devem atravessar a altura da bancada, e a distância entre furos é de 10 a 15 cm, como indicado na figura 17. Para finalizar a divisão, os planos são abertos com aplicação de cunhas (figura 19) na extremidade superior dos furos. As cunhas são simultaneamente pressionadas com golpes de marreta até abrir o corte, como indicado na figura 20.

4. BLOCOS:

Uma vez que os cortes da divisão da bancada estão abertos, os blocos são deslocados até o pátio de armazenamento onde é realizado o acabamento final, chamado de canteramento, que consiste em um processo manual no qual as faces são regularizadas com o uso de ponteira e marreta (figura 21).

Os blocos são deslocados pela pá carregadeira através de tombos sucessivos, quando se trata de blocos pesados, ou dentro da concha quando mais leves. Apesar de parecer simples, é uma operação que exige técnica minuciosa, pois o contato da concha da máquina com o bloco pode arrancar lascas das extremidades, acarretando em perda na medida e consequentemente no valor do bloco.

Uma vez acabados, os blocos estão prontos para venda. O escoamento do produto é feito com carretas, capazes de carregar até 4 blocos, dependendo do peso. Para carregar o material utiliza-se uma rampa da altura do piso da "prancha" da carreta, feita com blocos

pequenos, lascas de rocha e terra, chamada de "carregador" figura 22. Os blocos são então tombados ou arrastados pela pá carregadeira até assentarem dentro da "prancha", onde são devidamente calçados com madeira estando prontos para o transporte.



Figura 15 - Vista panorâmica da lavra do Marrom Bahia.

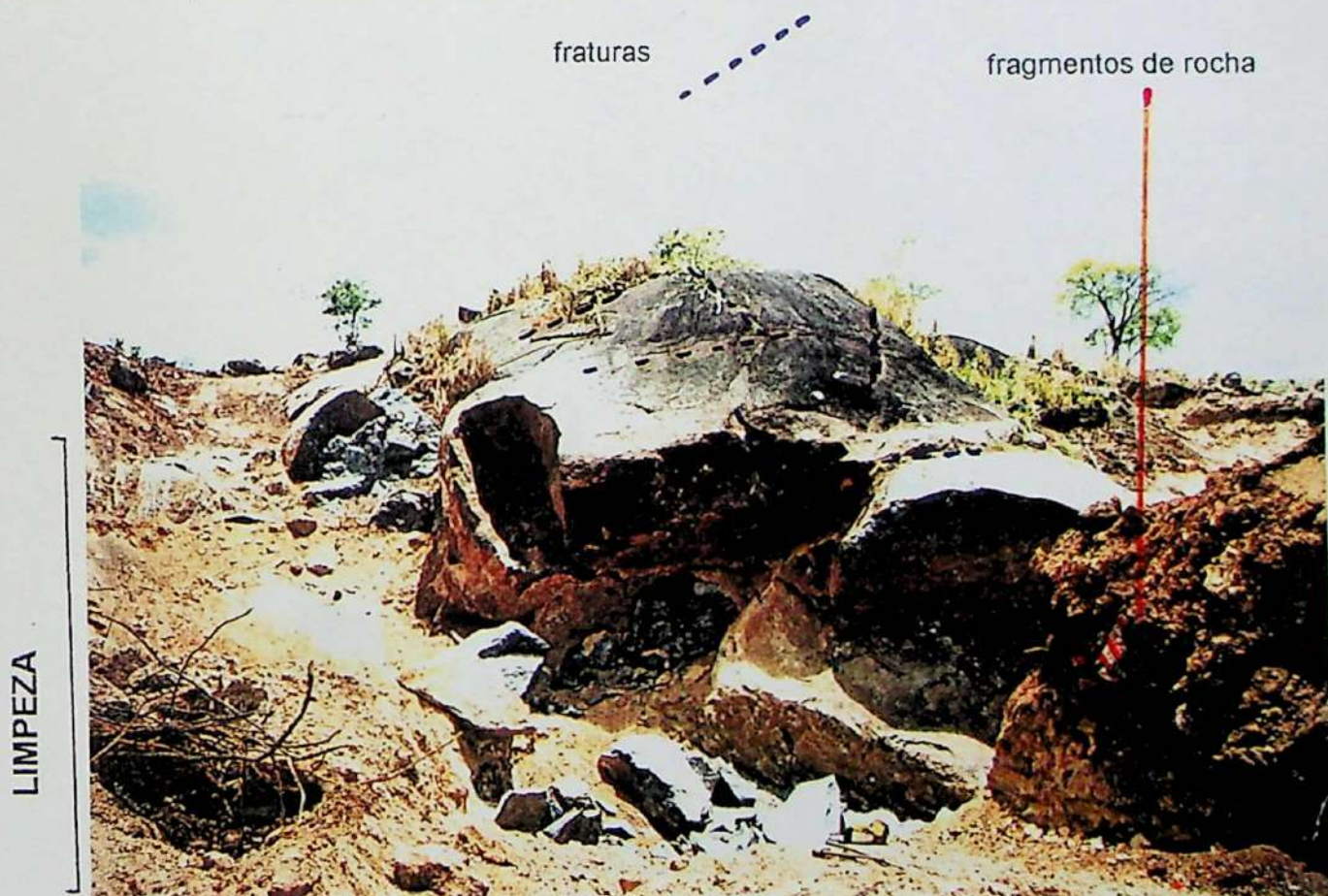


Figura 16 - Matacão após a limpeza (Marrom Bahia).

- distância entre furos
- 10 – 15 CM



altura da bancada

Figura 17 - Bancada separada do matacão (Marrom Bahia).



Figura 18 - Furação para separação da bancada (Marrom Bahia).

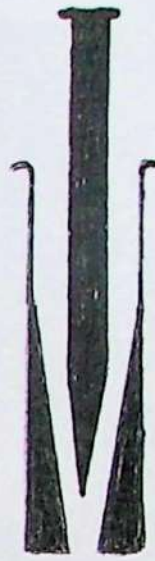


Figura 19 - Desenho de um "jogo de cunhas".

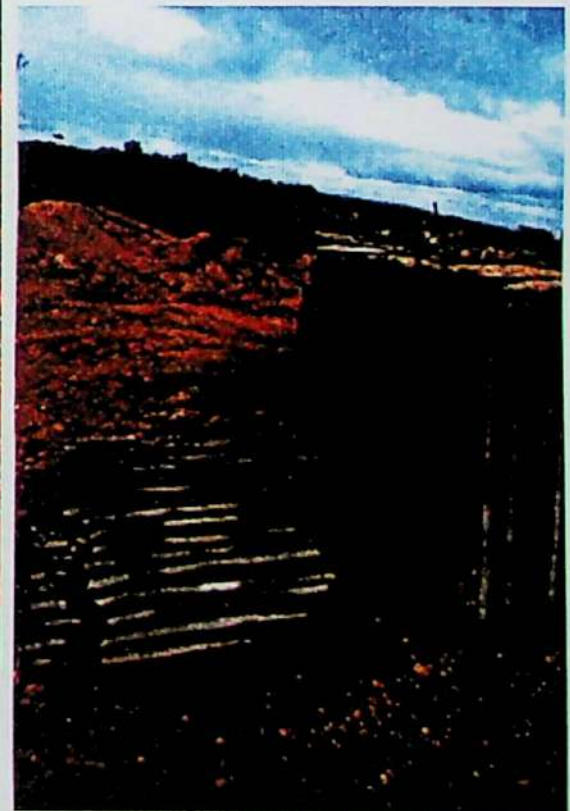
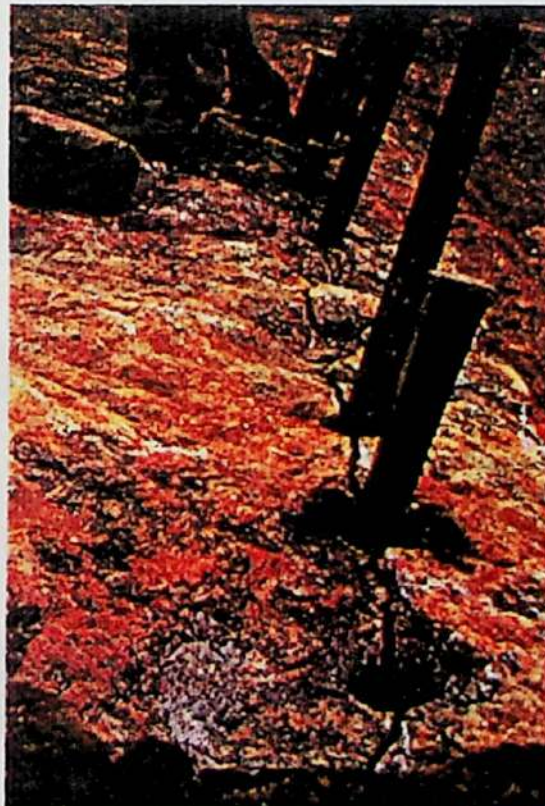


Figura 20 - Acunhamento manual.

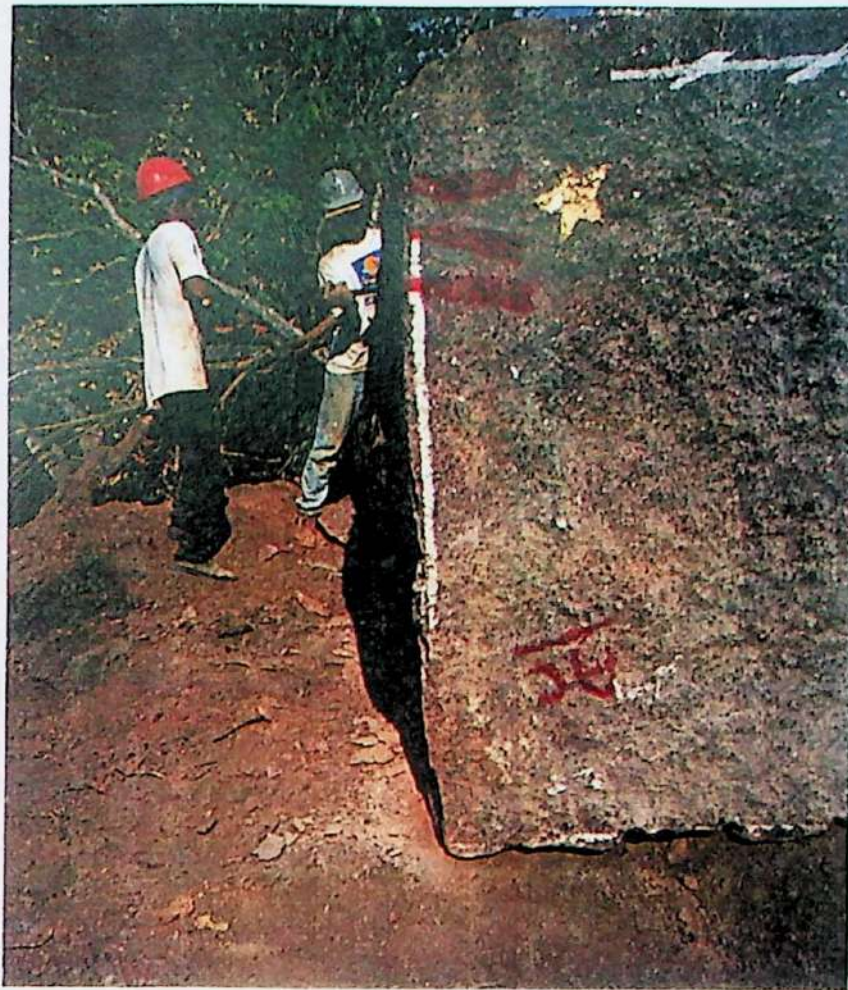


Figura 21 - Canteramento manual.



Figura 22 - Carregamento de blocos (Marrom Bahia).

5.6 Valor Econômico

Como já mencionado, os blocos são classificados de acordo com alguns parâmetros. A cada tipo de classificação é atribuído um valor, gerando mais de 15 preços distintos. Serão fornecidos aqui os valores médios do produto de melhor qualidade, voltado a exportação, e de qualidade inferior absorvido pelo mercado interno. O bloco é vendido por volume, em m³.

-produto de primeira qualidade para exportação: 600 – 900 US\$ / m³

-produto de mercado interno: 200 – 600 US\$ / m³

O Marrom Bahia, também conhecido como Marrom Itarantim, está atualmente na lista dos materiais brasileiros mais nobres e exclusivos do Brasil, devido ao alto padrão estético e a escassez da oferta pelo material. A beleza do material é atribuída principalmente a sua cor diferenciada e ao alto brilho após o lustro. Esta cor é uma propriedade do feldspato, mineral predominante na rocha.

5.7 Sugestões de Aprimoramento

As sugestões de aprimoramento apontadas foram elaboradas ponderando-se o porte da empresa. São melhorias possíveis de se alcançar com a estrutura operacional que ela já possui ou com pequenos investimentos.

➤ quanto ao maquinário

A lavra dispõe atualmente, de duas máquinas para limpeza e transporte de blocos. A grande quantidade de rejeito, que inclui solo, cascalho e fragmentos de rocha fresca, deve ser removida do topo da montanha até os locais destinados ao rejeito. Os locais distam pelo menos 150 metros das frentes de lavra. A máquina ideal para este tipo de operação, na qual a equipamento realiza várias manobras de ida e volta, seria uma máquina de pneus, que possui maior agilidade. A máquina utilizada na lavra para esta operação é uma pá carregadeira de esteira, que realiza o serviço com o dobro do tempo e se desgasta facilmente. Para diminuir o tempo do serviço o rejeito está sendo disposto muito próximo a frente de lavra, no futuro será preciso remover novamente este material para prosseguir a lavra. A sugestão seria adquirir uma máquina de pneus e manter a máquina de esteira, essencial para manobras em locais apertados, entre matacões.

A manutenção periódica dos equipamentos também poderia ser controlada de forma mais rigorosa, diminuindo o desgaste e aumentando a vida útil do maquinário.

➤ prospecção e planejamento

O planejamento básico da lavra do Marrom Bahia é iniciar a exploração a partir das cotas superiores consumindo os matacões até alcançar o maciço rochoso. No entanto estes matacões apresentam muitas fraturas e anomalias, tomando a atividade de mineração inviável devido a produção baixa e de pouca qualidade. Este é o principal problema da lavra

do Marrom Bahia, que pode até levar a paralisação das atividades de exploração. Diferente de outras minerações, a de rocha ornamental é realizada quase sem prospecção, pois como o investimento para minerar é pequeno, os mineradores preferem investir direto na atividade de lavra, contando apenas com a prospecção superficial. No caso do Marrom Bahia, o local escolhido para iniciar a lavra foi a elevação topográfica onde havia maior número de matacões aflorantes, mesmo sendo verificadas fraturas nos matacões. Hoje a extração está a aproximadamente três metros abaixo da cota máxima existente antes do início da lavra, apresentando, os matacões um grau de fraturamento maior do que o previsto.

Este problema poderia ter sido evitado com um plano de sondagem e estudo detalhado das direções e espaçamento entre as fraturas antes da abertura da lavra. No atual estágio da lavra um plano de sondagem poderia ainda, definir a viabilidade de se prosseguir os trabalhos na atual frente ou definir outro local para abertura de lavra. Para tanto a empresa poderia converter os gastos de um mês de produção, em gastos para prospectar, diminuindo assim o risco da atividade mineira.

Estas dificuldades encontradas na lavra, devido as características geológicas da formação, não são exclusividade da jazida da empresa AGEO Mineração. Por este motivo muitas lavras de Marrom Bahia na região, iniciadas sem o estudo geológico adequado, ou seja, na "tentativa", são fechadas acarretando quase sempre em prejuízo para as empresas. Além disso o impacto ambiental gerado não é revertido em nenhum benefício para a sociedade. Geralmente não existe plano ambiental de reconstituição ou não são efetivados.

Na lavra da AGEO, existe a preocupação em cumprir o plano de reconstituição apresentado ao DNPM, o qual consiste no aplainamento do terreno e replantio de capim "braquiaria", utilizado nas pastagens. Foi proposto o plantio de plantas nativas, que foram devastadas para o estabelecimento das pastagens, porém esta idéia não foi aceita pelo superficiário. Em toda área de pesquisa praticamente não existe mais mata nativa.

5.8 Amostragem do Marrom Bahia

A amostragem do material foi realizada para a elaboração de corpos de prova e lâminas delgadas, utilizados para a realização dos ensaios tecnológicos e das análises petrográficas. Foram amostrados dois blocos quadrados, com trinta centímetros de aresta. Esta quantidade e dimensão são estipulados pelo IPT para a fabricação dos corpos de prova, padronizados segundo as normas técnicas dos ensaios.

Os blocos escolhidos representam bem o padrão do Marrom Bahia, e foram elaborados manualmente, garantindo assim sua integridade.

5.9 Caracterização Tecnológica

5.9.1 Análise Petrográfica

As descrições petrográficas mostraram que o Marrom Bahia é uma rocha composta, mais de 80% por feldspatos alcalinos, com granulação variando de 0,5 a 6 cm. Piroxênio, anfibólio, biotita, magnetita e apatita representam os demais minerais essenciais. A cor cinza a marrom escuro da rocha deve-se a propriedades do feldspato. Em superfícies polidas, o reflexo (difração natural da luz) de alguns cristais de feldspato possui cor branca intensa e até tons azulados, embora esta propriedade, conhecida como labradorescência, seja mais comuns em plagioclásios, sobretudo na labradorita.

Em amostras de mão e nas lâminas delgadas os minerais não apresentam foliação ou orientação mineral definida. Os cristais de feldspato possuem forte imbricamento entre si, com contatos curvos e irregulares, conferindo uma estrutura isotrópica à rocha. Evidências de ações metamórficas, como a presença de minerais metamórficos e deformações, não são verificadas. Apresentam sinais de alteração durante os estágios de cristalização do magma e de processos hidrotermais, porém não há evidências de alteração intempérica. Estas características justificam a forte resistência mecânica da rocha, como mostram os ensaios tecnológicos.

Os cristais maiores de feldspato, de 3 a 6 cm, apresentam orientação mineral quando observados em chapas e ladrilhos polidos e com mais facilidade na superfície de matacões aflorantes. Esta orientação relaciona-se provavelmente ao fluxo magmático durante a intrusão do maciço alcalino e parece não influenciar na diminuição da resistência mecânica e no aumento de absorção de água da rocha, verificados nos resultados dos ensaios tecnológicos.

A orientação dos cristais de feldspato permite o aproveitamento da rocha em dois planos. Atualmente, o corte desejado no mercado (amostra polida da figura 1), é o corte paralelo a orientação destes minerais, que de fato apresenta um padrão estético superior, devido a tonalidade azulada e ao formato de retângulos alinhados (chamado pelos operários de "asas de barata") dos cristais de feldspato. O corte perpendicular a orientação dos feldspatos mostra os cristais sem orientação e aparentemente cúbicos.

5.9.2 Ensaio Tecnológicos

Os ensaios tecnológicos foram efetuados pelo IPT, segundo as normas brasileiras da ABNT e normas da ASTM, já citadas anteriormente. Os resultados dos ensaios estão apresentados na figura 23.

Massa específica aparente (kg/m ³)	Porosidade aparente(%)	Absorção de água(%)	Flexão (MPa)
2,750	0,13	0,05	14,32
Compressão uniaxial (MPa)	Dilatação térmica (10 ⁻³ mm/m. °C)	Propagação de ondas (m/s)	Desgaste Amsler (mm)
158,3	4,3	6,170	0,8

Figura 23 - Resultados dos ensaios tecnológicos do sienito Marrom Bahia

6. JAZIDA DO GOLDEN BRASIL

6.1 Características Gerais

A jazida do Golden Brasil, localizada na região de Nova Venécia, é constituída por um gnaiss sienogranítico de coloração amarelo claro predominante. A lavra é realizada em maciço rochoso, na meia encosta de uma elevação topográfica com pouca cobertura de solo e vegetal, tipo "morro pão de açúcar" (figura 24). Segundo mapa topográfico (figura 26), esta elevação possui cerca de 500 m de diâmetro na base e 150 m de altura. Outra empresa, trabalha no mesmo morro (figuras 24 e 26), em uma frente distante 200 metros, que produz um material de cor mais clara, conhecido como Golden Brasil Ligth. Os materiais são bastante heterogêneos, apresentando várias anomalias, como bandas félsicas e máficas mais espessas que o padrão, veios feldspáticos, veios de quartzo e enclaves. Este fato leva a um baixo aproveitamento do material desmontado, gerando bastante rejeito, que disposto encosta abaixo gera grande impacto visual ao ambiente (figura 24).

A empresa mineradora e requerente da área de pesquisa é a GRANLIMA - Indústria e Comércio de Granitos Ltda, com sede localizada em Barra de São Francisco-ES. Possui Álvara de Pesquisa junto ao DNPM desde 1992.

A reserva estimada do material, baseada em um furo de sondagem e em dados de superfície é de 480.000 m³, garantindo um empreendimento de médio a longo prazo.

Atualmente a lavra produz 300 a 350 m³ / mês em média. O aproveitamento de material de melhor qualidade destinado a exportação é de 30 %.

A mineralogia básica da rocha é: feldspato, quartzo, biotita, granada e sillimanita.

6.2 Localização e Acessos

A jazida localiza-se a norte do município de Nova Venécia, entre o distrito de Pinheiro e Vila Pavão (figura 25). As vias principais de acesso a Nova Venécia são as rodovias BR-101 e BR-137, a partir da cidade alcança-se a lavra por vias secundárias.

6.3 Contexto Geológico

Os terrenos aflorantes na Região de Nova Venécia podem ser agrupados em dois domínios principais:

- unidades de rochas ígneas e metamórficas, representadas pelos Complexos Paraíba, Montanha e Medina, de idades proterozóicas e eo-fanerozóicas (superiores a 560 m.a.)
- unidade recente de coberturas sedimentares cenozóicas de idades inferiores a 65 m.a. a idades atuais a sub-atuais

A frente de lavra do Golden Brasil situa-se no Complexo Montanha. Segundo termos do Projeto RADAMBRASIL (1987), o terreno é constituído por gnaisses graníticos de granulação média a muita grossa, constituído basicamente por feldspato, quartzo, biotita, granada, sillimanita e cordierita. O Complexo Montanha possui idade estimadas entre 600 e 750 m.a. (RADAMBRASIL 1987).

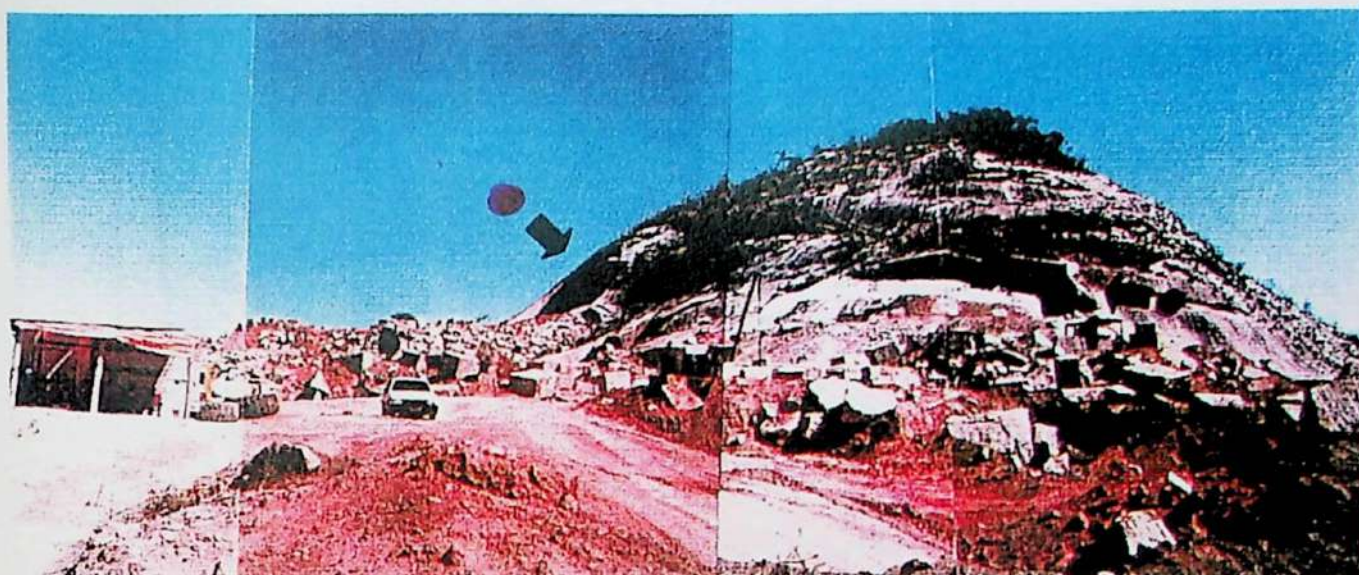


Figura 24 - Panorâmica das frentes do Golden Brasil e Golden Brasil Light (agosto/1999).



Fonte: Guia Estradas Quatro Rodas 1999.
Figura 25 - Mapa rodoviário de acesso a Nova Venécia.

6.4 Produtos

Os parâmetros para a classificação dos produtos da jazida do Golden Brasil são similares aos apresentados para a jazida do Marrom Bahia. A classificação, de acordo com a qualidade é a seguinte:

-blocos de primeira: não apresentam variação no padrão ou apresentam variações pouco marcantes como bandas félsicas ou máficas de espessura maior que o padrão e bandas com alta concentração de quartzo. Estes defeitos são conhecidos na prática respectivamente como: "movimento amarelo", "movimento cinza" e "veio de cristal".

-blocos de segunda: Apresentam até dois veios com alta concentração de biotita, com espessura de até 3 cm, chamados de "barbante preto".

-blocos de terceira: Apresentam mais que dois "barbantes pretos" ou enclaves de espessuras centimétricas que afetam bastante o padrão do material.

A produção principal da lavra são blocos grandes de terceira e segunda qualidade, e blocos grandes e médios de primeira qualidade. A confecção de blocos pequenos e quadros nesta lavra é quase inexistente pois o reduzido valor deste tipo de produto inviabiliza sua produção.

Atualmente a produção média da lavra do Golden Brasil é de 300 a 350 m³/mês. Desta produção 90 a 100 m³ corresponde a material de primeira qualidade. O restante é dividido entre os materiais de segunda e terceira qualidade.

6.5 Sistema de Extração

O sistema de lavra consiste em, a partir do maciço rochoso, separar blocos com geometria de prismas retangulares ou de cubos e subdividi-los em quantas vezes forem necessárias até alcançarem as medidas de blocos comerciais. No caso da mina do Golden Brasil a extração envolve cinco etapas, conforme esquematizado no anexo 5.

1. LOCALIZAÇÃO:

Consiste na escolha do local para abertura da frente de lavra, do pátio de rejeito e do pátio de carregamento de blocos. Esta escolha, deve ser baseada nos dados da prospeção anteriormente, realizada a fim de se obter o produto desejado, e cuidadosamente planejada para garantir que os rejeitos não sejam dispostos em futuras frentes de lavra. O local do pátio de carregamento pode ser facilmente deslocado, portanto fica sempre próximo a frente de lavra. Estes locais devem ser plotados em uma base topográfica de detalhe para melhor planejamento.

2. LIMPEZA:

Nesta etapa retira-se toda a cobertura do maciço até a exposição total da rocha sã. No caso da lavra do Golden Brasil é geralmente efetuada após a escolha do local de abertura, uma vez que a cobertura é quase inexistente. Em algumas jazidas é necessário retirar a

cobertura vegetal e o solo para realizar a etapa de "localização", sendo portanto a primeira etapa do processo de lavra. A limpeza é feita com tratores de lâmina ou máquinas carregadeiras de concha.

3. FILÃO:

Etapa de separação e divisão do primeiro bloco do maciço (figura 27). O filão possui altura de 10 m, largura de 10 m e comprimento de 40 m. Seu volume é de aproximadamente 4000 m³. A separação é feita com quatro cortes no maciço.

-Corte de levante: Trata-se de um plano horizontal que solta a base do filão, como indicado na figura 27. Uma "furação" com uso de perfuratrizes roto-pneumáticas manuais, definem um plano de aproximadamente 45 graus em relação a inclinação da encosta. Os furos devem ser paralelos e coplanares para que o plano de corte seja o mais regular possível. A distância entre os furos é de 1 metro aproximadamente. Possuem profundidade de até 3 metros. Estes furos são carregados com explosivos que são detonados simultaneamente para a abertura do corte.

-Cortes laterais: São cortes verticais feitos nas laterais do filão. Os cortes são efetuados com um maçarico de cortar rocha, também conhecido com jet-flame, cuja chama é gerada pela queima de óleo diesel injetado com alta pressão e adição de oxigênio. Sua ação produz uma abertura com cerca de 10 cm de espessura e uma superfície de 10 m² em cada lateral do filão como indicado na figura 27.

-Corte final: É o último corte, responsável pela separação total do filão. Uma furação vertical contínua define o plano de corte (figura 27). A profundidade dos furos é equivalente a altura do filão, portanto todos os furos interceptam o corte de levante. A distância entre os furos é de 20 cm. Abertura do corte é realizada pela detonação simultânea de explosivos, carregados em todos os furos. Assim que os explosivos são detonados, o filão se move por ação da gravidade e dos explosivos, montanha abaixo, até parar na cobertura de solo, que funciona como obstáculo.

4.BANCADA:

Corresponde a etapa de separação da bancada do filão, gerando os blocos já com as medidas comerciais. As bancadas são blocos de 10 m de altura, 10 m de comprimento e 2,9 m de largura, separadas das extremidades do filão como mostra a figura 28. O plano de corte vertical para separação da bancada é feito com furação contínua. A profundidade dos furos é de quase 10 m e a distância entre eles de 15 cm. Os furos são carregados com explosivos, que detonados simultaneamente derrubam a bancada. No piso onde cai, é colocada uma camada de solo, chamada de "cama" (figura 28), para amortecer a queda impedindo que a bancada se fragmente. Depois de derrubada, a bancada é então dividida também com furação contínua.

A furação, feita com o uso das perfuratrizes roto-pneumáticas, define os planos de corte para a divisão da bancada. É geralmente planejada para gerar blocos de 2,90 de

comprimento, 2,8 de altura e 1, 8 de largura. Os cortes finais para a divisão são feitos por acunhamento manual.

5. BLOCOS:

Nesta etapa os blocos são deslocados para o pátio de carregamento e canterados. Estes são carregados nos caminhões com equipamento chamado "pau de carga", o qual eleva o bloco utilizando cabos de aço, roldanas e a tração da pá carregadeira. Depois deste procedimento a "prancha" da carreta é manobrada para debaixo do bloco. Estando na posição correta, basta abaixar o bloco sobre esta e fazer o calçamento com madeira. O bloco está então pronto para o transporte.

6.6 Valor Econômico

O mercado consumidor de material amarelo, atualmente dispõe de grande quantidade e variedade de produtos, fato que aumenta a concorrência e diminui o valor dos materiais mais comuns. Por exemplo, a maior jazida de granito do Brasil, da Granasa, localizada também em Nova Venécia, produz cerca de 4000 m³ /mês de um material amarelo, referência mundial do produto brasileiro, o famoso Amarelo Veneciano. A grande oferta deste tipo de material torna o valor econômico do material muito instável.

Atualmente a empresa trabalha com os seguintes valores:

- material para exportação (primeira qualidade): 450 - 550 US\$ /m³
- material de mercado interno (segunda e terceira): 250 - 400 R\$/m³

6.7 Sugestões de Aprimoramento

Certamente, a deficiência mais notável na lavra do Golden Brasil são os métodos de corte adotados. Atualmente o uso de explosivos para cortes de rocha são as técnicas mais defasadas, sobretudo em um maciço rochoso. Uma carga mal dimensionada pode gerar fraturas e microfissuras acarretando em perda total do material. O corte para efetuar o levante é o pior de todos, pois a rocha está intacta, podendo com a força da explosão ser gerado ao invés de um corte, várias fraturas semi-paralelas penetrando o maciço, como já aconteceu mais de uma vez na lavra do Golden Brasil. O corte de levante é chamado pelos operários de "fogo louco" pois ninguém pode dizer com certeza qual será o resultado de sua detonação.

A separação das bancadas também é feita com explosivos, podem gerar microfissuras no material, as quais aparecem depois que as chapas são polidas, sendo chamadas de "pé de galinha". Quando acontece isto o consumidor hesita antes de comprar novamente ou procura um produto de melhor qualidade.

Uma jazida com tanto potencial, como a do Golden Brasil, deveria ser explorada com uso de fio diamantado e massa expansiva. Para o minerador, a médio prazo estes métodos de

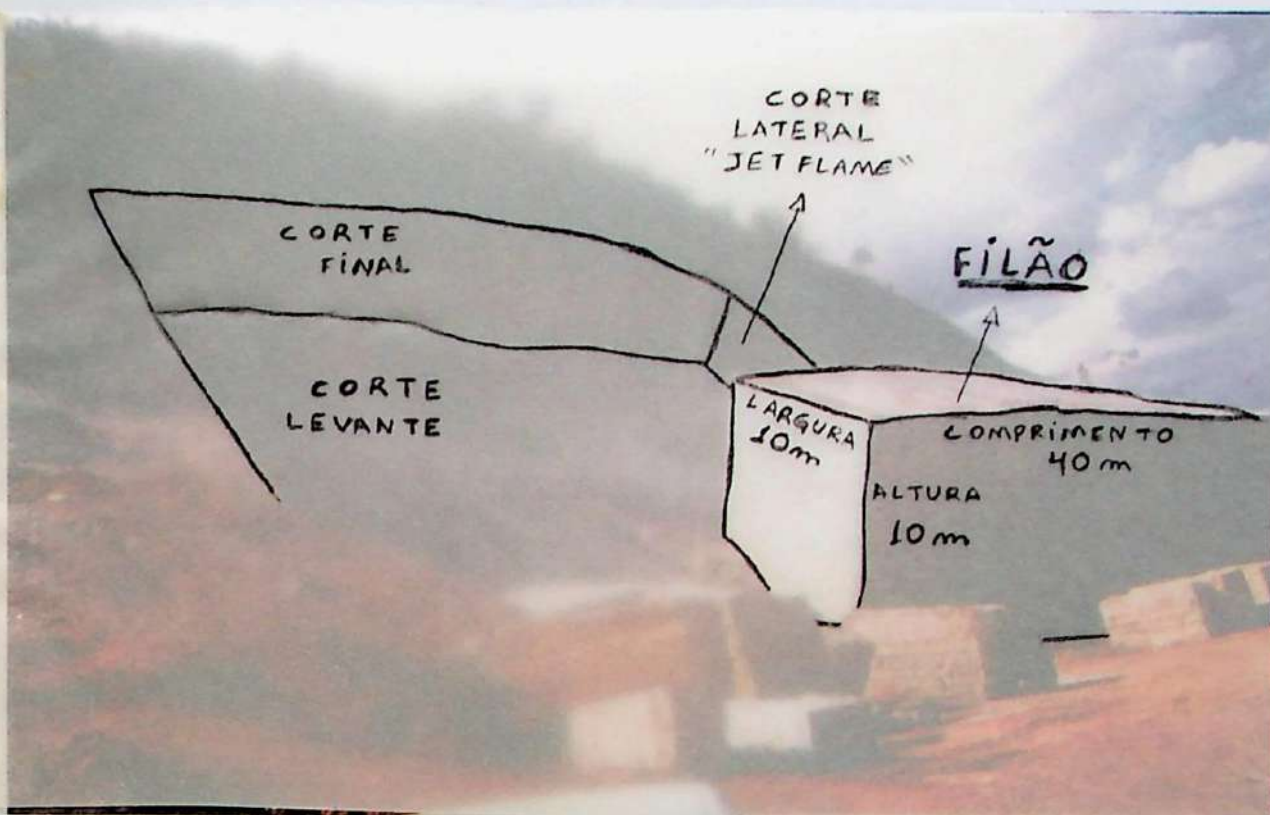


Figura 24 - Filão "solto" do maciço (Golden Brasil).

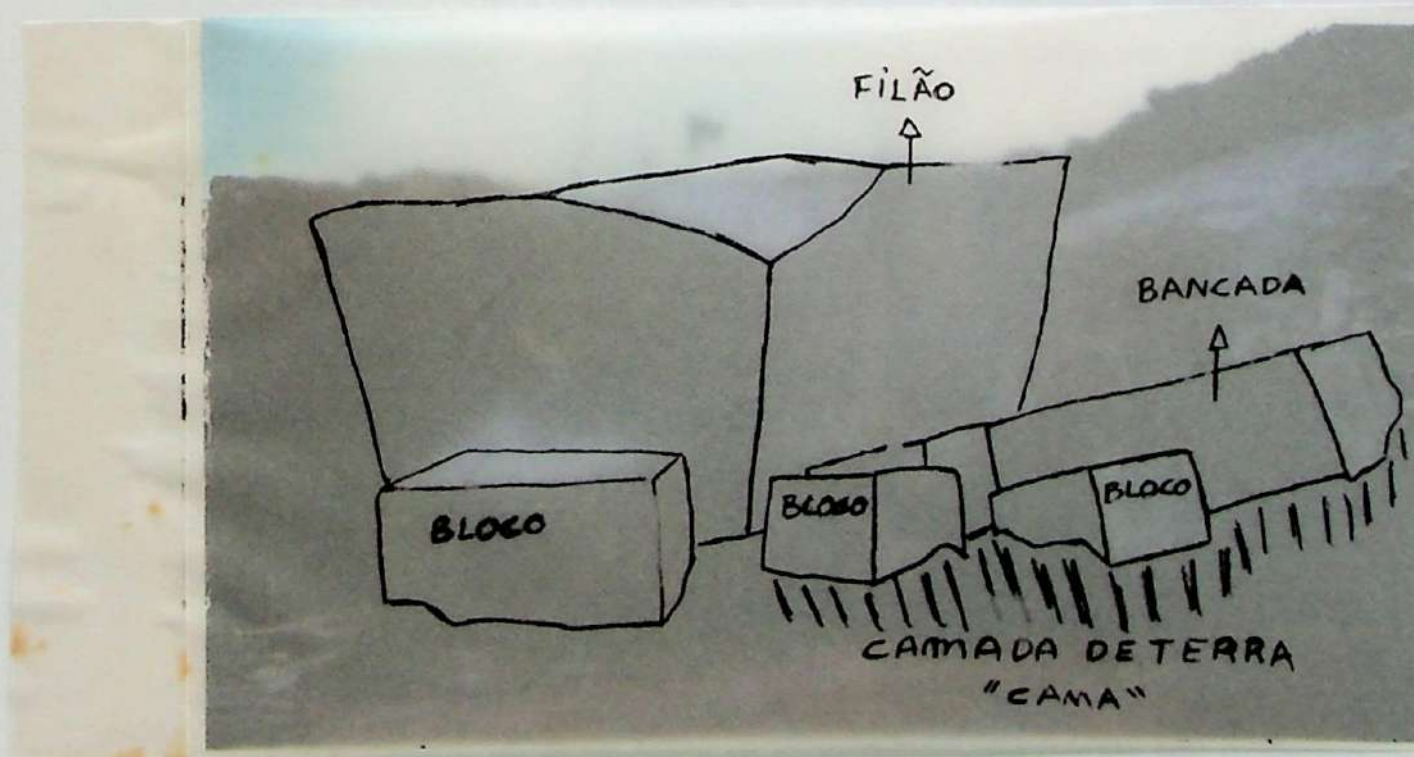


Figura 28 - Divisão da bancada (Golden Brasil).

corte gerariam mais lucratividade mesmo sendo técnicas mais caras, pois tornariam a produção maior, mais estável e o produto ganharia qualidade.

6.8 Caracterização Tecnológica

6.8.1 Análise petrográfica

O Golden Brasil é formado basicamente por quartzo, feldspato potássico e subordinadamente plagioclásio, constituindo 85 a 90 % da rocha. O restante é constituído por biotita, granada e sillimanita, além de minerais acessórios e secundários (anexo 6). A granulação da rocha é grossa e sua cor predominante é amarelo claro.

A rocha apresenta estrutura gnáissica, com bandas quartzo feldspáticas predominantes, de 1 a 2 cm em média, e bandas máficas com espessura menores que 0,2 cm. Sua textura é granoblástica com pórfiros de feldspato potássico. A estrutura e a textura são evidências da ação metamórfica sofrida pela rocha, responsável por geração de descontinuidades que facilitaram a alteração intempérica. A cor amarela da rocha deve-se a presença de óxidos e hidróxidos de ferro em fissuras e à alteração superficial dos feldspatos para argilominerais e carbonatos, como verificado na análise microscópica.

6.8.2 Análises tecnológicas

A figura abaixo mostra os resultados dos ensaios tecnológicos, também realizados pelo IPT segundo os mesmos procedimentos utilizados para os ensaios do sienito Marrom Bahia.

Massa específica aparente (kg/m ³)	Porosidade aparente(%)	Absorção de água(%)	Flexão (MPa)
2,637	0,79	0,30	10,43
Compressão uniaxial (MPa)	Dilatação térmica (10 ⁻³ mm/m. °C)	Vel. de propagação de ondas longitudinais (m/s)	Desgaste Amsler (mm)
79,5	-	4,750	1,0

Figura 29 - Resultados dos ensaios tecnológicos do gnaiss Golden Brasil.

7. ANÁLISE COMPARATIVA

A comparação dos resultados dos ensaios tecnológicos do Golden Brasil e do Marrom Bahia tem o objetivo de definir quais as propriedades das rochas são responsáveis pelas diferenças nos resultados dos ensaios tecnológicos. A figura 30 exhibe os resultados para as duas rochas.

ENSAIOS		Marrom Bahia	Golden Brasil
Massa específica aparente (kg/m ³)		2.750	2.637
Porosidade aparente (%)		0.13	0.79
Absorção de água (%)		0.05	0.30
Compressão uniaxial (MPa)		158.3	79.5
Flexão (MPa)		14.32	10.43
Velocidade de Propagação (m/s)		6.170	4.750
Dilatação térmica (10 ⁻³ mm/m. °C)		4.3	-
Desgaste Amsler (mm)	amostra 1	0.72	1,13
	amostra 2	0,82	0,87
	média	0,80	1,00

Figura 30 - Resultados dos ensaios tecnológicos do sienito e do gnaiss.

Considerando a classificação petrográfica, estrutura, teor de quartzo e granulometria das rochas, foram elaboradas tabelas comparativas com os resultados de análises petrográficas e ensaios tecnológicos de rochas ornamentais contidas nos catálogos de São Paulo, Espírito Santo e Bahia, no sentido de identificar quais propriedades das rochas melhor influenciam nos resultados de cada ensaio. As análises e ensaios tecnológicos destes catálogos foram efetuados pelo IPT, com os mesmos procedimentos e normas utilizadas para o sienito Marrom Bahia e o gnaiss Golden Brasil.

Ao todo foram elaboradas quatro tabelas cujos resultados estão sintetizados nas figuras a seguir. A primeira (anexo 7), agrupa rochas graníticas amarelas do Espírito Santo, semelhantes ao gnaiss granítico Golden Brasil quanto à estrutura, textura e mineralogia, e sienitos que não possuem quartzo ou o possuem como mineral acessório em suas composições mineralógicas. Apesar desta característica em comum, estes sienitos diferem bastante em termos de estrutura e textura. As rochas graníticas amarelas foram ainda divididas em dois subgrupos, o primeiro de rochas com estrutura gnáissica bem definida, onde se insere o Golden Brasil, e outro de rochas com a estrutura maciça predominante. Esta tabela aponta como a estrutura influencia na caracterização tecnológica das rochas.

A segunda tabela (anexo 8) agrupa as rochas segundo a classificação petrográfica. O grupo dos granitos é representado por toda gama de rochas de composição granítica (granitos, gnáisses graníticos, monzogranitos, riolitos). Dentro deste grupo são separados os chamoquitos por apresentarem características técnicas distintas dos demais. O grupo dos granitos pretos é representado por noritos, gabros e monzonitos. O último é o grupo dos sienitos, já mencionado acima.

A terceira tabela (anexo 9) divide o grupo das rochas graníticas segundo a granulação, separando três grupos, de granulações fina (0,3 a 1 cm), média (1 a 2 cm) e grossa (2 a 4 cm).

A última tabela (anexo 10) agrupa as rochas graníticas segundo o teor de quartzo, separando o grupo de rochas com até 25% de quartzo e o grupo com mais de 25% de quartzo nas composições mineralógicas das rochas.

Estas tabelas, apesar de apresentarem resultados positivos, como será abordado adiante, tratam-se de uma análise estatística superficial, uma vez que trabalham isoladamente com fatores que atuam em conjunto para determinar as propriedades físicas, químicas e mecânicas das rochas.

A seguir são descritos os possíveis fatores responsáveis pelas diferenças entre os resultados dos ensaios realizados para o sienito Marrom Bahia e o gnaisse Golden Brasil. As interpretações são relacionadas com os resultados obtidos segundo as análises das tabelas citadas acima.

-Índices Físicos

O sienito apresenta maior massa específica, função da composição mineralógica da rocha. A presença de minerais densos como piroxênio, anfibólio, magnetita e apatita e a grande compactação dos minerais indicando ausência de vazios, são os principais determinantes.

Os resultados de porosidade aparente e absorção de água são bem inferiores para o sienito, indicando menor suscetibilidade à ação intempérica e maior resistência mecânica da rocha. Quanto menor a absorção de água, maior a proximidade entre os grãos minerais, não existindo vazios na rocha. Esta é uma característica do sienito Marrom Bahia, também verificada na análise petrográfica, que deve influenciar bastante nos resultados dos ensaios

A estrutura, neste caso, parece ser o fator predominante para explicar esta diferença nos resultados. O Golden Brasil possui estrutura gnáissica com plano de foliação bem definido. Esta descontinuidade da rocha propicia, principalmente, a maior absorção de água facilitando o intemperismo. Os resultados da tabela do anexo 7 (figura 31), condiz com esta afirmativa, pois ao agrupar rochas semelhantes ao Golden Brasil e sienitos que possuem estrutura maciça, mostrou que o grupo dos granitos amarelos realmente possui maiores índices de absorção e porosidade em relação aos sienitos. Mesmo dentro do grupo das rochas de composição granítica a estrutura representa um fator bem atuante nos resultados de porosidade e absorção, uma vez que as rochas que possuem estrutura maciça predominante possuem os índices de absorção e porosidade menores em relação aquelas cujo bandamento gnáissico é bem definido (figura 31).

Os resultados da tabela do anexo 8 (figura 32) mostra que as rochas graníticas possuem maiores índices de porosidade e absorção em relação aos "granitos pretos", representados por noritos e rochas gabróides, e aos sienitos. O grupo dos "granitos" possui muitas rochas gnáissicas cuja a estrutura facilita a absorção de água. Além disso, muitas são rochas que foram submetidas a esforços compressivos durante eventos metamórficos enquanto os noritos, gabros e sienitos apresentam uma estrutura maciça bem preservada possuindo também uma textura formada essencialmente por cristais de feldspato imbricados e altamente entrelaçados.

Os resultados da tabela do anexo 9 (figura 33), mostra que as rochas com granulometria mais grossa apresentam maiores índices de porosidade e absorção de água, porém não há uma grande discrepância entre os resultados mostrando que esta propriedade pode possuir pouca influência para estes ensaios.

-Compressão Uniaxial

O sienito mostrou resistência duas vezes maior a esforços mecânicos compressivos. A presença de feldspatos mais alterados no Golden Brasil e de maior quantidade de biotita, que é um mineral friável, ajuda a gerar esta diferença. Em adição a este fator, a estrutura gnáissica, responsável pela existência de zonas de fraqueza, facilita a quebra nestes locais quando submetidas a esforços compressivos. A tabela do anexo 7, novamente mostra que a estrutura influencia neste ensaio pois as rochas com estrutura gnáissica apresentam menor resistência aos esforços compressivos.

-Flexão

O sienito novamente apresenta maior resistência quando submetido a esforços fletores. O grau de alteração, a estrutura e a textura parecem ser os fatores atuantes neste ensaio.

A tabela do anexo 9 sugere que rochas com granulometria mais fina, em geral, são mais resistentes a esforços fletores. No caso do Golden Brasil e do Marrom Bahia este fator não deve influenciar, uma vez que ambas as rochas possuem granulometria grossa.

-Velocidade de Propagação de Ondas Longitudinais

Este ensaio avalia indiretamente o grau de alteração das rochas. Quanto maior a velocidade de propagação das ondas, menor o grau de alteração das rochas. O resultado dos ensaios indica que o grau de alteração do Golden Brasil é maior que o do sienito Marrom Bahia, ajudando a justificar os resultados dos outros ensaios.

-Desgaste Amsler

Os resultados destes ensaios foram muito próximos para as duas rochas, sendo que o sienito ainda apresentou menor desgaste. Dos ensaios realizados, este é o que melhor está relacionado com a dureza dos minerais. Era esperado que o gnaíse fosse mais resistente, por possuir 30% de quartzo em sua composição enquanto o sienito é composto basicamente por feldspato, piroxênio e anfibólio, minerais de dureza inferior a do quartzo. Deve-se, no entanto, ser considerado que o Golden Brasil, como mostraram outros ensaios e a análise microscópica possui seus feldspatos mais alterados. Portanto apesar do Golden Brasil possuir 30% de quartzo, um mineral de dureza 7 em sua composição, não compensa o fato dos feldspatos alterados apresentarem dureza menor que o normal para estes minerais quando sadios.

Os resultados da tabela do anexo 10 (figura 34) mostrou que este fator quando avaliado isoladamente não possui grande influencia no resultado deste ensaio. A média do Desgaste Amsler apresentada para os "granitos" com mais de 25% de quartzo é muito próxima da média do Desgaste Amsler para os granitos com até 25% de quartzo. Isto mostra que fatores como estrutura, textura e principalmente grau de alteração são também bastante atuantes na abrasividade dos materiais.

CLASSIFICAÇÃO DA ROCHA	ESTRUTURA	ENSAIOS					
		densidade	porosidade	absorção	compressão	flexão	desgaste
granitos amarelos	forte bandamento gnáissico	2,631	0,88	0,33	111,9	14,47	0.92
	estrutura maciça predominante	2.664	0.68	0.26	119.3	17.15	0.72
sienitos	estrutura maciça	2,648	0,33	0,12	167,0	16,90	0,72

Figura 31 - Resultados da tabela do anexo 7.

CLASSIFICAÇÃO DA ROCHA	ENSAIOS					
	densidade	porosidade	absorção	compressão	flexão	desgaste
granitos	2,648	0,57	0,22	155,0	18,37	0,62
pretos	2,906	0,37	0,13	156,7	23,07	1,16
sienito	2,662	0,35	0,13	168,1	17,10	0,71

Figura 32 - Resultados da tabela do anexo 8.

GRANULOMETRIA CM	ENSAIOS					
	densidade	porosidade	absorção	compressão	flexão	desgaste
GROSSA 2 A 4	2,653	0,72	0,27	131,3	15,31	0,76
MÉDIA 1 A 2	2,642	0,57	0,21	157,7	16,35	0,57
FINA 0,3 A 1	2,634	0,51	0,19	170,2	18,77	0,71

Figura 33 - Resultados da tabela do anexo 9.

TEOR DE QUARTZO	ENSAIOS					
	densidade	porosidade	absorção	compressão	flexão	desgaste
>25%	2,634	0,61	0,23	159,0	17,05	0,67
< 25%	2,653	0,58	0,22	149,4	16,87	0,69
< 5% sienitos	2,662	0,35	0,13	168,1	17,10	0,71

Figura 34 - Resultados da tabela do anexo 10.

Fujimura e Stellan (2001), realizaram um estudo comparativo da produtividade do corte com fio helicoidal para rochas com diferentes teores de quartzo (figura 35), concluindo que, no geral, a produtividade do corte diminui conforme o teor de quartzo aumenta e quanto ao consumo de fio ocorre exatamente o inverso deste (figura 36). Neste estudo foi comprovado que o teor de quartzo é um determinante nas características de abrasividade da rocha. Ainda assim observa-se que alguns resultados não condizem com esta afirmativa,

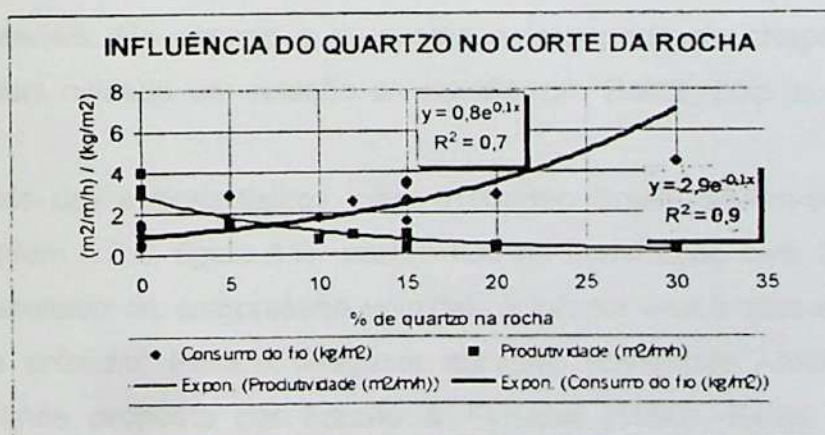
como exemplo a produtividade do corte para o Jacupiranguito (figura 25), que não possui quartzo, ser a mesma verificada para o Preto Bragança, com cerca de 15% de quartzo em sua composição mineralógica. Esta ocorrência certamente é devido a outras propriedades da rocha que devem ser consideradas.

ROCHA	Mineral Quartzo*	Consumo (kg/m ²)	Produção (m ² /h)
CARBONATITO	—	0,38 *	3,0
MARMORE	—	0,42	3,2
CARBONATITO	—	0,48 *	3,0
CALCÁRIO CINZA	—	0,51	4,0
CARBONATITO	—	0,59	3,0
CARBONATITO	—	0,96	3,0
JACUPIRANGUITO	—	0,97 *	1,0
JACUPIRANGUITO	—	1,25 *	1,0
JACUPIRANGUITO	—	1,39 *	1,0
JACUPIRANGUITO	—	1,53	1,0
PRETO BRAGANÇA	15	1,62	1,0
GRANITO CAFÉ	10	1,72	0,7
PRETO BRAGANÇA	12	2,54	1,0
PRETO BRAGANÇA	15	2,63	1,0
PRETO S. GABRIEL	5	2,85	1,5
PRETO PIRACAIÁ	20	2,87	0,4
PRETO BRAGANÇA	15	3,37	1,0
GRANITO VERDE	15	3,55	0,3
PRETO PIRACAIÁ	20	4,22	0,3
CAPÃO BONITO	30	4,50	0,3

* de quartzo usual

Fonte: Fujimura & Stellan.

Figura 35 – Tabela da produtividade do corte e consumo do fio helicoidal em função do teor de quartzo.



Fonte: Fujimura & Stellan.

Figura 36 – Gráfico da influência do quartzo na produtividade do corte e no consumo de fio helicoidal.

7.1 Interpretações complementares

Os resultados dos ensaios de caracterização tecnológica demonstram que sienito Marrom Bahia apresenta qualidades técnicas superiores, para determinados usos, em relação ao gnaiss Golden Brasil. Possui menor porosidade e absorção de água sendo assim menos passível ao intemperismo pela ação de águas meteóricas e à possíveis manchamentos quando em contato com líquidos coloridos, produtos químicos ou óleo.

Apresenta maior resistência quando submetido a esforços fletores e sobretudo a esforços compressivos. Somente a resistência a abrasão do sienito é inferior a do gnaiss, sendo que a diferença é mínima ou até mesmo desprezível. Segundo suas qualidades técnicas, o Marrom Bahia é um material melhor apropriado para a utilização em ambientes agressivos como áreas externas onde o contato com a chuva e o sol é inevitável e como elemento estrutural que exige resistência a esforços. Pode ser utilizado como revestimento interior e exterior de pisos, fachadas, paredes, objetos de arte funerária como lápides, entre outros.

O Golden Brasil, por sua vez, apresenta a vantagem de ser um material de melhor trabalhabilidade e também pode ser usado sem restrições em ambientes internos, como revestimento de pisos e paredes. Para a confecção de produtos como esculturas ou objetos funcionais como cinzeiros, pilões, pias, entre outros produtos feitos manualmente, a qualidade técnica do Golden Brasil é mais apropriada. No processo de extração, gera menor consumo de insumos de furação pois possui menor resistência mecânica. No depoimento do marteleteiro (operário que realiza a furação) e do encarregado da lavra de Marrom Bahia, ambos que já trabalharam em lavras de granitos amarelos no norte de Minas Gerais, dizem que "o granito amarelo é mais fácil, mais rápido e gasta menos broca para furar". No beneficiamento, necessita de menor tempo de serragem no tear e menor desgaste de serras diamantadas no corte das chapas. Esta informação foi obtida e comprovada por mais de uma serraria e marmoraria, a partir do relato dos operários que operam as máquinas e lidam com estes materiais. No entanto o manuseio e transporte de chapas de Golden Brasil carecem de mais cuidado em relação as de Marrom Bahia, pois quebram-se com mais facilidade.

Os resultados dos índices físicos, para o Golden Brasil, situam-se dentro dos limites especificados (item 4.3.2, figura 11) para o uso na construção civil. Quanto a resistência mecânica, o resultado de compressão uniaxial é inferior aos limites especificados e o de flexão é muito próximo. Para o desgaste abrasivo (Desgaste Amsler), os valores são próximos ao limite proposto por Frazão & Farjallat (1996). Estes resultados sugerem atenção quanto ao uso do Golden Brasil como elemento estrutural ou outros que exigem resistência à esforços compressivos e fletores. No tocante a abrasividade, não é recomendado como piso com alto tráfego de pessoas ou veículos.

O marrom Bahia apresentou todos resultados dentro dos limites especificados, permitindo ampla utilização do material como revestimentos. Somente o tocante a resistência à abrasão

os valores do ensaio de desgaste são próximos ao limite especificado, sugerindo atenção para utilização em pisos com alto tráfego de pessoas e veículos.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento bibliográfico e de fontes de informações sobre rochas ornamentais brasileiras mostrou que o setor está em desenvolvimento no Brasil e no mundo, representando um bem mineral em valorização ascendente. O Brasil possui grande potencial de crescimento nesta área, visto que o setor ainda está ganhando maturidade quando comparado com países pioneiros como os da Europa, necessitando assim de conhecimento científico e melhoria nas técnicas de extração e beneficiamento. Além disso o país possui grandes reservas deste tipo de minério, possibilitando grande ampliação do setor.

A descrição dos processos de extração das jazidas do Marrom Bahia e do Golden Brasil, proporcionou uma abordagem das características da mineração de rochas ornamentais no Brasil, para os dois tipos de lavra existentes, em matacões e maciços rochosos. A carência de conhecimento técnico-científico, de tecnologias modernas e de mão de obra qualificada são as principais deficiências do setor extrativo.

A importância da qualificação das rochas ornamentais aumenta conforme se intensifica o emprego das rochas ornamentais, principalmente na construção civil. A caracterização tecnológica avalia as propriedades químicas, físicas e mecânicas das rochas permitindo o conhecimento prévio de seu comportamento nas diversas aplicações.

A comparação entre o gnaisse Golden Brasil e o sienito Marrom Bahia permitiu a identificação das diferenças nas propriedades químicas e físicas destas rochas e de seus pontos positivos e negativos.

O gnaisse sienogranítico Golden Brasil é uma rocha ornamental de menor resistência mecânica devida à suas características físicas e químicas. Representa uma rocha submetida a esforços compressivos por eventos metamórficos, responsáveis pela geração de uma estrutura gnáissica, com um bandamento composicional bem definido, estrutura esta responsável por zonas de fraqueza e de maior absorção de fluidos. A ação destes fluidos acarretou na alteração dos feldspatos, principais constituintes mineralógicos da rocha. A alteração, associada a estrutura da rocha, faz com que esta seja menos resistente a esforços mecânicos e possua maior absorção de fluidos em relação ao sienito Marrom Bahia. É importante ressaltar aqui que apesar da alteração dos feldspatos gerarem estas características indesejáveis, é esta a razão da coloração amarela do material, principal fator estético para sua própria valorização como rocha ornamental.

O sienito Marrom Bahia é uma rocha de estrutura e textura ígneas fortemente preservadas. A estrutura maciça e a textura formada por cristais de feldspato organizados,

na maioria caoticamente, e com forte imbricamento entre si, são responsáveis por um material sem zonas de fraquezas e sem planos proeminentes de absorção de fluidos intempéricos. Isto torna o material mais resistente à esforços mecânicos e com menor índice de absorção, possuindo mais resistência a alteração química e menor facilidade de manchamentos com produtos químicos, líquidos coloridos, argamassas e óleos.

A análise comparativa entre o gnaiss e o sienito, em conjunto com outras rochas de semelhantes características, mostrou que teor de quartzo, quando tratado isoladamente para determinar a resistência mecânica das rochas, não apresenta um resultado coerente com o esperado. A avaliação das características tecnológicas de rochas ornamentais devem, portanto, considerar uma série de propriedades naturais das rochas como natureza, composição mineralógica, grau de alteração, granulometria, estruturas e texturas. O teor de quartzo, devido a alta dureza do mineral, certamente influenciará em determinadas situações, seja na extração, beneficiamento ou consumo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, C. R. A.; CARANASSIOS, A.; CARVALHO, D. (1996). Tecnologias de Lavra e Beneficiamento de Rochas Ornamentais. Série Estudos Econômicos sobre Rochas Ornamentais. Volume 3. Fortaleza. Federação das indústrias do Estado do Ceará. Instituto Euvaldo Lodi. 225p.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM. (1995). (ASTM D 2845). Standard test method for laboratory determination of pulse velocities and ultrasonic elastic constants of rocks.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM. (1995). (ASTM C 615). Standard specification for granite dimension stone. 3p.

ARTUR, A. C.; WERNICK, E.; RODRIGUES, E. P. (1998a). Mapa provisional de granitos ornamentais no Estado de São Paulo. In: XL CONGRESSO BRASILEIRO DO GEOLOGIA. *Anais...*Belo Horizonte. pp 318.

ARTUR, A. C.; WERNICK, E.; RODRIGUES, E. P. (1998b). Séries granitóides e suas implicações como rochas ornamentais. In: XL CONGRESSO BRASILEIRO DO GEOLOGIA. *Anais...*Belo Horizonte. pp 325.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. (1992). (NBR 12042) Materiais inorgânicos. Determinação do desgaste por abrasão. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. (1992). (NBR 12763) Rochas para revestimento. Determinação de resistência à flexão. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. (1992). (NBR 12764).

Rochas para revestimento. Determinação da resistência ao impacto de corpo duro. 2p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. (1992). (NBR 12766).

Rochas para revestimento. Determinação da massa específica aparente, porosidade aparente e absorção d'água aparente. 2p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. (1992). (NBR 12767)
Rochas para revestimento. Determinação da resistência à compressão uniaxial. 2p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. (1992). (NBR 12768)
Rochas para revestimento. Análise petrográfica. 2p.

BAHIA. Secretaria da Indústria, Comércio e Turismo. Superintendência de Geologia e Recursos Minerais. (1994). Catálogo de Rochas Ornamentais da Bahia - Brasil. Salvador. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 148p.

BEZERRA, F.N.M.; COSTA, A.G.; ARANHA, P.A.R. (1998). Ensaios físicos em rochas ornamentais: uma proposta de adequação da norma NBR 12766/1992 (ABNT). In: XL CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. *Anais...*Belo Horizonte. pp 315.

CARUSO, L.G. & TAIOLI, F. (1978). Pedras Ornamentais do Estado de São Paulo. Revista Rochas de Qualidade. 46: 3-8.

CEARÁ. Companhia Cearense de Mineração - CEMINAS (1989). Avaliação econômica dos granitos do Estado do Ceará. Secretaria da Indústria e Comércio. CEMINAS. 114p.

→ CETEM. (2001). Centro de Tecnologia Mineral. Ministério da Ciência e Tecnologia. Relatório Técnico Sobre o Setor de Rochas Ornamentais. RT-30/07. Abril/2001.

CHIODI FILHO, C. & ONO, A. (1995). Tipos de lavra e técnicas de corte para desmonte de blocos. Revista Rochas de Qualidade. 120: 93-106. São Paulo.

→ CHIODI FILHO, C. & GROSS, J.M. (1996). A Importância da Pesquisa Geológica no Segmento de Rochas Ornamentais. In: IV CONGRESSO ÍTALO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE MINAS. *Anais...*Canela-RS. p.140-144.

→ CHIODI FILHO, C. (2001). Situação Brasileira do Setor de Rochas Ornamentais. Revista Rochas de Qualidade. 158:87-106. São Paulo.

DIB, P.P. (1998). Caracterização Tecnológica e Petrográfica do "Granito Rosa Itupeva" ao Longo dos Estágios de Extração e Beneficiamento. Monografia de Trabalho de Formatura. IG-USP. São Paulo.

ESPÍRITO SANTO. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico. (1993). Catálogo das Rochas Ornamentais do Estado do Espírito Santo. Vitória. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo. 79p.

FLAIN, E. P. & FRAZÃO, E. B. (1998). Considerações sobre algumas patologias em revestimentos com placas pétreas. Revista Rochas de Qualidade. 140: 86-92. São Paulo.

→ FRASCÁ, M. H. B. O.; QUITETE, E. B.; MANO, E. S. (1998). Aspectos petrográficos da deterioração das rochas ornamentais utilizadas em revestimento. In: XL CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. *Anais...*Belo Horizonte. pp305.

FRAZÃO, E.B. (1992). Caracterização tecnológica de rochas de revestimento. *Revista Rochas de Qualidade*. 110: 110-113. São Paulo.

FRAZÃO, E.B. & FARJALLAT, J.E.S. (1995). Características tecnológicas das principais rochas silicáticas brasileiras usadas como pedras de revestimento. In: I CONGRESSO INTERNACIONAL DA PEDRA NATURAL. Lisboa, Portugal. pp 49-58.

FRAZÃO, E.B. & FARJALLAT, J.E.S. (1996). Proposta de especificação para rochas silicáticas de revestimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 8, 1996, Rio de Janeiro. *Anais...Rio de Janeiro*: ABGE, V.1, P. 369-380.

FUJIMURA, F. & STELLIN, J.A. (2001). Tecnologia de Corte Ornamental com Fio Helicoidal. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Minas. p 8.

GOIÁS. Secretaria da Indústria, Comércio e Turismo. (1995). Pedras Ornamentais: Catálogo dos Granitos do Oeste Goiano. Goiânia. 34p.

KOOPE, J.C., (1994a). Metodologia para Pesquisa de Rochas Ornamentais. EGATEA, Revista da Escola de Engenharia- UFRGS. Vol. 22: número 2, p.21-26.

KOOPE, J.C., (1994b). Análise Estrutural Aplicada ao Estudo de Rochas Ornamentais. EGATEA, Revista da Escola de Engenharia- UFRGS. Vol. 22: número 1, p.68-74.

MOÇO, M.F. (1981). Prospecção de mármore para cantaria em Guixaba, Município de Pio IX, PI. (Dissertação de Mestrado). São Paulo. Instituto de Geociências/ Universidade de São Paulo. 144p.

MONTANI, Carlo. STONE 2000. Repertorio Economico Mondiale. Grupo Editorial Faenza Editrice.

MOURA, C.L., ARTUR, A.C.; RODRIGUES, E.P.; VIDEIRA, F.C.P. (1998). Caracterização petrográfico-tecnológica das rochas da jazida do Formoso (Município de Formiga - MG), para uso ornamental. In: XL CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. *Anais...*Belo Horizonte. pp 308.

OLIVEIRA, S. F. & COSTA, A.G. (1998). Alterações de minerais e outros problemas relacionados aos materiais com aplicação no setor de rochas ornamentais. In: XL CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. *Anais...*Belo Horizonte. pp301.

PARANÁ. Minerais do Paraná S/A. - MINEROPAR. (1991). Perfil do Setor de Granitos e Mármore do Estado do Paraná. Curitiba. Secretaria do estado da Indústria e do Comércio. 32p.

PETRUCCI, E.G.R. (1974). Utilização de materiais naturais na construção. *Revista Rochas de Qualidade*. 3: 17-27. São Paulo.

QUITETE, E. B. & RODRIGUES, E. P. (1998). Dureza Knoop Aplicada a Rochas Ornamentais. In: XL CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. *Anais...* Belo Horizonte. pp314.

RADAMBRASIL.1987. Levantamento de recursos naturais, Folha SE.24 - Rio Doce. Rio de Janeiro: IBGE. 548p.

RELATÓRIO INTERNO. Empresa AGEO Mármore e Granitos. Relatório Final de Pesquisa de área de granito ornamental no município de Itarantim-BA.

ROBERTO, F.A.C. (1998). Rochas Ornamentais do estado do Ceará: Geologia, Pesquisa, Lavra, Beneficiamento e Mercado. (Dissertação de Mestrado). Fortaleza. Centro de Ciências / Universidade Federal do Ceará. 229p.

ROCHAS DE QUALIDADE, revista (1974). Normas técnicas para utilização dos mármore e granitos. 12: 15-17. São Paulo.

ROCHAS DE QUALIDADE, revista (1990). A pesquisa geológica na caracterização e viabilização de jazidas. 102: 62-65. São Paulo.

ROCHAS DE QUALIDADE, revista (1996). Pesquisa de campo demonstra método eficaz de exploração. 126: 96-108. São Paulo.

ROCHAS DE QUALIDADE, revista (2001). CinRochas: o mural das verdadeiras rochas naturais brasileiras. 158:80-85. São Paulo.

RODRIGUES, E.P.; COUTINHO, J.M.V.; CHIODI FILHO, C. (1996). Petrografia microscópica: uma visão do passado, presente e futuro das rochas. Revista Rochas de Qualidade. 127: 80-84. São Paulo.

SANTA CATARINA. Secretaria do Estado da Ciência e Tecnologia, Minas e Energia. Coordenadoria de Recursos Minerais. (1989). Rochas Ornamentais de Santa Catarina. Florianópolis.

SÃO PAULO. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1990). Catálogo das Rochas Ornamentais do Estado de São Paulo. IPT. 122p.

SÃO PAULO. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (2001). Catálogo das Rochas Ornamentais e de Revestimento do Estado de São Paulo. IPT. Cd-Room.

→ STONE WORLD, revista (fevereiro 2001). Statistics. Import to the U.S.. p.20.

VIDAL, F. W.H (1995). A indústria extrativa de rochas ornamentais no Ceará. (Dissertação de Mestrado). São Paulo. Escola Politécnica/ Universidade de São Paulo. 178p.

VIDAL, F. W.H. & STELLIN JÚNIOR, A. (1996) Rochas Ornamentais do Estado do Ceará. In: IV CONGRESSO ÍTALO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE MINAS. *Anais...*Canela-RS. p.124-130.

ANEXO 1

Tabela de métodos, materiais e cronologia.

BIBLIOGRAFIA	CONTEXTO GEOLOGICO	EXTRAÇÃO E VALOR ECONÔMICO	AMOSTRAGEM	CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA	ANÁLISE COMPARATIVA
OBJETIVO	OBJETIVO	OBJETIVO	OBJETIVO	OBJETIVO	OBJETIVO
adquirir conhecimento sobre o tema	definir qual o contexto geológico das jazidas de sienito e do gnaiss	descrever o sistema de extração nas jazidas	obter amostras do material bruto e beneficiado	definir e realizar os ensaios, testes e análises	comparar os dados tecnológicos do sienito e gnaiss e posteriormente com os dados de outras rochas de características semelhantes
pesquisar sobre os estudos anteriores		avaliar o valor dos produtos no mercado		tecnológicas pertinentes para o sienito	
FERRAMENTAS	FERRAMENTAS	FERRAMENTAS	FERRAMENTAS	FERRAMENTAS	FERRAMENTAS
teses	mapa geológico das regiões	trabalho de campo	pesquisar como deve ser realizada a amostragem	utilizar laboratórios da escola politécnica	determinar o valor da diferença, se houver, de cada ensaio e teste existentes para as rochas
artigos de revistas	texto explicativo dos mapas geológicos	estágio na frente de lavra	trabalho de campo	para ensaios programados	
publicações de congressos	relatório de requerimento das áreas para o DNPM	descrever em detalhe cada método e procedimento realizado	estágio na frente de lavra	laminiação e descrições petrográfica nos lab. do IG	
catálogos de rochas ornamentais		na lavra		utilizar os serviços de caracterização tecnológica do IPT	
brasileiras		acesso aos dados da empresa mineradora			
experiência própria do autor					
RESULTADOS ESPERADOS	RESULTADOS ESPERADOS	RESULTADOS ESPERADOS	RESULTADOS ESPERADOS	RESULTADOS ESPERADOS	RESULTADOS ESPERADOS
avaliação do nível de estudo atual sobre o tema no Brasil	conhecimento dos processos que formação das jazidas	análise do custo/benefício da lavra de sienito	obtenção de amostras para laminiação e ensaios de caracterização tecnológica	obtenção dos dados de caracterização tecnológica do sienito	verificação da influência do teor de quartzo nas propriedades físico-mecânica das rochas
obtenção de conhecimento sobre o tema		análise da eficiência dos métodos exploratórios		aprendizado dos métodos de caracterização tecnológica	elaboração das conclusões do trabalho
conhecimento sobre o tema		sugestão de melhoria e inovações			
elaboração do item estudos anteriores do relatório		avaliação sobre o potencial das jazidas e dos produtos			
CRONOLOGIA	CRONOLOGIA	CRONOLOGIA	CRONOLOGIA	CRONOLOGIA	CRONOLOGIA
março	1/2 junho	1/2 junho	1/2 julho	1/2 agosto	1/2 setembro
abril		1/2 julho	1/2 agosto	1/2 setembro	novembro

ANEXO 2

Exportações para os Estados Unidos (Fonte: Stone World 2001).

IMPORTS TO THE U.S.

NOVEMBER 2000

Customs value in dollars does not include insurance or freight

FROM	GRANITE		MARBLE*		SLATE**	OTHER***	
COUNTRIES	U.S. \$	TONS	U.S. \$	TONS	U.S. \$	U.S. \$	TONS
ARAB EMIRATES	38,049	67	8,415	20			
ARGENTINA	72,367	86	226,852	101			
BAHRAIN			2,557	6			
BELGIUM			69,084	58			
BRAZIL	6,389,886	7,985	129,883	140	1,121,411	59,630	70
BULGARIA	18,654	21	32,966	56			
CANADA	2,995,371	6,077	211,179	416	441,600	2,553,058	29,318
CHINA	2,485,148	5,561	1,244,836	1,150	1,471,219	74,334	845
COLOMBIA			126,854	45		6,528	7
DOMINICAN REPUBLIC			32,611	113			
ECUADOR			13,689	22			
EGYPT			67,052	81			
FINLAND	11,991	2					
FRANCE	24,677	1	1,915,428	13,327	3,059	25,897	342
GERMANY	34,848	64	403,672	449	38,717	36,687	36
GREECE	24,712	29	976,004	763			
GUATEMALA	11,473	55					
HONG KONG	3,275	1	11,592	17	10,331		
INDIA	3,528,858	21,745	439,988	625	2,140,398	18,854	30
INDONESIA			224,030	302	7,472	3,600	10
IRELAND					3,538		
ISRAEL			829,629	833		39,878	31
ITALY	14,515,539	59,758	18,100,755	20,166	1,437,075	168,545	354
JAPAN	3,841	1	12,827	4			
LEBANON	29,298	18	102,975	98			
MALAYSIA	27,227	14	293,881	267			
MEXICO	282,563	1,472	6,522,560	8,381	2,115	98,802	2,405
NETHERLANDS	102,581	28	13,886	5			
NORWAY	76,050	189					
PAKISTAN			392,668	305			
PERU			399,175	534			
PHILIPPINES			189,311	274		27,254	26
PORTUGAL	47,715	47	851,952	1,330	53,254		
SAUDI ARABIA	97,277	116					
SINGAPORE	42,132	67					
SOUTH AFRICA	224,624	902	16,944	6	84,841	413,937	2,065
SPAIN	1,320,903	1,652	4,695,019	7,684	231,380	28,334	28
SWITZERLAND			13,869	13			
TAIWAN	399,656	416	384,431	250			
THAILAND	10,820	3	5,673	26			
TURKEY	28,070	25	5,333,742	7,519			
UNITED KINGDOM	150,191	113	1,377,711	63	391,229	35,019	84
VENEZUELA	5,600	15				2,048	1
ZIMBABWE	145,867	206	2,118	1		76,383	299
OTHER	14,202	8	212,919	296		11,056	15
TOTAL NOV. 2000	33,163,465	106,744	44,630,797	65,746	7,437,639	3,679,844	35,966
TOTAL NOV. 1999	30,272,244	37,331	40,297,149	57,910	4,942,471	2,695,395	27,223

* includes marble, travertine, alabaster and other calcareous stone

** tonnage figures not available

*** includes dolomite, sandstone, quartzite, basalt, porphyry and other non-specific monumental or building stone

SOURCE: U.S. Department of Commerce

ANEXO 3

ANÁLISE PETROGRÁFICA DO MARROM BAHIA

Descrição macroscópica

Índice de cor: leucocrática

Estrutura: Apresenta estrutura maciça em amostra de mão. Em escala maior, como na observação das superfícies aflorantes dos matacões, verificam-se cristais de feldspato orientados.

Textura: Intergranular com alguns fenocristais de feldspato orientados.

Granulação: 0,3 a 1,5 cm e fenocristais de 3 a 6 cm

Composição Mineralógica: feldspato (85%), piroxênio/anfibólio (8%), biotita (4%), magnetita (3%).

Observações: A rocha é composta basicamente por grãos de feldspato, se apresentam fortemente entrelaçados e possuem cor marrom acastanhado a cinza escuro (cor de grafite). Piroxênios apresentam granulometria de 0,3 a 0,5 cm em média e coloração esverdeada. Biotitas e magnetitas ocorrem nas bordas dos piroxênios. Magnetitas também ocorrem inclusas nos feldspatos.

Descrição microscópica

Textura: Intergranular, formada por cristais de feldspato em contato predominantemente curvo, algumas vezes retos, de difícil identificação. O contato com os minerais máficos é também curvo e bastante irregular.

Granulação (mm): matriz de 0,1 a 15, fenocristais de 30 a 60.

Composição mineralógica (estimada):

Essenciais:

Feldspato alcalino.....	83 %
Augita.....	7 %
Magnetita.....	3,5 %
Apatita	2,5
Biotita	2 %
Hornblenda.....	1%

Acessórios/Secundários:

Argilo minerais e zircão.....< 1 %

Descrição sucinta:

Os cristais de feldspato alcalino apresentam-se geralmente sem geminação, sendo a geminação Carlsbad raramente visível. A extinção concêntrica indica processos de zoneamento destes minerais. Alguns cristais apresentam exsolução para albita como pertitas e micropertitas. A alteração para argilo minerais nos feldspatos ocorre nas clivagens mais incipientes de alguns cristais, porém é muito rara. Inclusões de apatita e magnetita são comuns nos cristais de feldspatos. Os cristais de piroxênio ocorrem nos interstícios entre os feldspatos, juntamente com a hornblenda e magnetita. A hornblenda apresenta-se fibrorradiada circundando os piroxênios.

Classificação: Álcali sienito

ANEXO 4

TABELA: Sistema de extração do Marrom Bahia.

ETAPA	DESCRIÇÃO	RECURSOS	TEMPO	RESPONSÁVEL
1. Coleta	Coleta de amostras de marrom Bahia	Coleta de amostras de marrom Bahia	1 hora	Coleta de amostras de marrom Bahia
2. Preparação	Preparação das amostras para análise	Preparação das amostras para análise	1 hora	Preparação das amostras para análise
3. Análise	Análise das amostras	Análise das amostras	1 hora	Análise das amostras
4. Conclusão	Conclusão do sistema de extração	Conclusão do sistema de extração	1 hora	Conclusão do sistema de extração

1-SELEÇÃO	2-LIMPEZA	3-BANCADA	4-BLOCOS
ABERTURA <ul style="list-style-type: none"> - determinar local ideal para abertura da lavra em cotas topográficas superiores 	EXPOR A ROCHA <ul style="list-style-type: none"> - retirada da cobertura vegetal - retirada do solo - retirada de possíveis fragmentos de rocha não aproveitáveis 	FURAÇÃO <ul style="list-style-type: none"> - feita com martelos pneumáticos roto-percussivos - traça os planos de corte para divisão da bancada - planejada para evitar os defeitos 	DESLOCAMENTO <ul style="list-style-type: none"> - blocos são deslocados para a área de carregamento
REJEITO <ul style="list-style-type: none"> - definir pátio de rejeito de maneira que não prejudique a exploração no futuro 		-DIVISÃO <ul style="list-style-type: none"> - feita por acunhamento manual - resulta nos blocos 	ACABAMENTO <ul style="list-style-type: none"> - feito manualmente - retirar irregularidades nas faces dos blocos
CARREGAMENTO <ul style="list-style-type: none"> - definir local para disposição dos blocos produzidos - definir método de carregamento de blocos - definir local de fácil acesso para entrada de caminhões 			CARREGAMENTO <ul style="list-style-type: none"> - feito no carregador

ANEXO 5

TABELA : Sistema de extração do Golden Brasil.

1-LOCALIZAÇÃO**ABERTURA**

- determinar local ideal para abertura da lavra

REJEITO

- definir pátio de rejeito de maneira que não prejudique a exploração no futuro

CARREGAMENTO

- definir local para disposição dos blocos produzidos
- definir método de carregamento de blocos
- definir local de fácil acesso para entrada de caminhões

2-LIMPEZA**EXPOR A ROCHA**

- retirada da cobertura vegetal
- retirada do solo
- retirada de possíveis fragmentos de rocha não aproveitáveis

3-FILÃO**EQUIPAMENTOS DE CORTE**

- jet-flame
- explosivos

CORTE DE LEVANTE

- corte horizontal feito na base do filão
- feitos com explosivos

CORTES LATERAIS

- primeiros cortes realizados para soltar o filão da rocha mãe
- são cortes verticais nas extremidades do filão
- feitos com jet-flame

CORTE VERTICAL

- último corte realizado
- feito com explosivo
- solta definitivamente o filão da rocha mãe

DIVISÃO

- depois de solto o filão é dividido em bancadas
- as bancadas são soltas com corte vertical feito com explosivo ou por acunhamento manual

4-BANCADA**FURAÇÃO**

- feita com martelos pneumáticos roto-percussivos
- traça os planos de corte para divisão da bancada
- planejada para evitar os defeitos

DIVISÃO

- feita por acunhamento manual
- resulta nos blocos

CARREGAMENTO

feito com pau de carga

5-BLOCOS**DESLOCAMENTO**

- blocos são deslocados para a área de carregamento

ACABAMENTO

- feito manualmente
- retirar irregularidades nas faces dos blocos

ANEXO 6

ANÁLISE PETROGRÁFICA DO GOLDEN BRASIL

Descrição macroscópica

Estrutura: Apresenta estrutura gnáissica com bandas quartzo feldspáticas predominantes, de espessura de 1 a 3 cm, descontínuas. As bandas máficas possuem espessura milimétrica.

Textura: Granoblástica com porfiroblastos de feldspato.

Granulação: 0,3 a 2 cm e porfiroblastos de 2 a 6 cm.

Composição Mineralógica: feldspato (55%), quartzo (30%), biotita (9%), granada (6%).

Observações: A rocha é composta basicamente de feldspato e quartzo, formando as bandas félsicas. A granada ocorre uniformemente distribuída na rocha, com granulometria de 0,5 a 1 cm em média. A biotita define nas bandas máficas e possui granulometria geralmente milimétrica.

Descrição microscópica

Textura: granoblástica/porfiroblástica.

Granulação (mm): matriz de 0,1 a 15 e porfiroblastos de 30 a 50.

Composição mineralógica:

Essenciais:

Ortoclásio micropertítico.....35-40 %

Quartzo.....30 %

Plagioclásio (oligoclásio).....15-20 %

Biotita5 %

Granada5 %

Sillimanita.....< 5%

Acessórios:

Opacos, zircão, espinélio verde.....< 5%

Secundários:

Hidróxidos/óxidos de ferro, argilo minerais, carbonatos, anatásio.

Estado Microfissural: Feldspato (+quartzo) moderadamente fissurados. Fissuras, intra e transgranulares, estão preenchidas por argilominerais, hidróxidos/óxidos de ferro e carbonato.

Alteração: Intempérica. Plagioclásio leve a moderadamente sericitizado. Opacos titaníferos totalmente alterados em anatásio (+calcita).

Classificação: Gnaisse sienogranítico com biotita, granada e sillimanita.

ANEXO 7

Tabela comparativa das rochas graníticas amarelas do Espírito Santo e sienitos.

estrutura	NOME COMERCIAL	CLASSIFICAÇÃO DA ROCHA	ENSAIOS					FONTE
			densidade	porosidade	absorção	compressão	flexão	desgaste
forte bandamen- to gnáissico	Golden Brasil	granada-biotita granito gnáissico com sill	2,637	0,79	0,30	79,5	10,43	1,00
	Santa Cecilia	biotita gnaiss granítico	2,647	0,89	0,33	93,2	13,84	0,78
	Amarelo Cachoeiro	biotita-granada gnaiss granítico	2,621	0,70	0,27	150,8	20,21	0,94
	Amarelo São Francisco	biotita-granada gnaiss granítico	2,618	1,09	0,42	130,8	15,36	1,12
	Amarelo Persa	biotita-granada granito gnáissico	2,605	1,04	0,40	112,3	12,35	0,92
estrutura maciça predomi- nante	Amarelo Veneciano	biotita granito gnáissico	2,657	0,75	0,28	104,9	14,63	0,76
		MÉDIA	2,631	0,88	0,33	111,9	14,47	0,92
	Amêndoa Capixaba	biotita granito gnáissico	2,687	0,71	0,26	118,7	18,70	0,56
	Juparanã Laranjeira	biotita-hornblenda granito	2,661	0,33	0,12	117,7	14,34	0,75
	Amêndoa Colonial	biotita granito	2,666	0,71	0,27	101,4	14,56	0,77
sienitos	Amarelo Colonial	biotita granito	2,643	0,97	0,37	139,5	20,98	0,79
		MÉDIA	2,664	0,68	0,26	119,3	17,15	0,72
	Azul Paulista	nefelina sienito	2,594	0,72	0,28	163,8	15,78	0,65
	Marrom Bahia	sienito	2,750	0,13	0,05	158,3	14,32	0,80
	Café Bahia	sienito	2,732	0,44	0,16	173,2	18,90	0,68
	Jacarandá da Bahia	sienito-gnaiss	2,621	0,24	0,09	170,7	18,90	0,70
	Azul Bahia	sodalita - sienito	2,545	0,10	0,04	169,2	16,62	0,75
		MÉDIA	2,648	0,33	0,12	167,0	16,90	0,72

ANEXO 8

Tabela comparativa segundo as classificações petrográficas.

NOME COMERCIAL	CLASSIFICAÇÃO DA ROCHA	ENSAIOS					teor quartzo	FONTE	
		densidade	porosidade	absorção	compressão	flexão			desgaste
Golden Brasil	gnaisse sienogranítico com biot., granada e sill.	2,637	0,79	0,30	79,5	10,43	1,00	30	IPT -AGEO
santa ceilia	granada-biotita granito gnáissico com sill.	2,647	0,89	0,33	93,2	13,84	0,78	25 a 30	C.R.O -IPT -ES
MG-6	biotita-granada gnaisse granítico com sill.	2,688	0,51	0,19	107,8	15,20	0,81	20	C.R.O -IPT -ES
amarelo cachoeiro	biotita gnáisse granítico	2,621	0,70	0,27	150,8	20,21	0,94	20 a 25	C.R.O -IPT -ES
amarelo São Francisco	biotita-granada gnáisse granítico	2,618	1,09	0,42	130,8	15,36	1,12	20 a 25	C.R.O -IPT -ES
amarelo persa	Biotita-granada granito gnáissico	2,605	1,04	0,40	112,3	12,35	0,92	20 a 25	C.R.O -IPT -ES
amarelo veneciano	biotita granito gnáissico	2,657	0,75	0,28	104,9	14,63	0,76	25 a 30	C.R.O -IPT -ES
Verde Eucalipto	granada gnáisse granítico com sillimanita	2,621	0,65	0,25	137,9	21,04	0,64	20-25	C.R.O -IPT -ES
branco ipanema	gnáisse granítico	2,643	0,58	0,22	136,1	14,89	1,32	30	C.R.O -IPT -ES
branco polar	granada gnáisse granítico	2,625	0,89	0,34	168,1	15,10	1,08	30 a 35	C.R.O -IPT -ES
cashemere marfim	biotita gnáisse granítico	2,613	0,82	0,32	125,4	15,88	0,77	25 a 30	C.R.O -IPT -ES
amêndoa capixaba	biotita granito gnáissico	2,687	0,71	0,26	118,7	18,70	0,56	25	C.R.O -IPT -ES
juparanã laranjeira	biotita-hornblenda granito	2,661	0,33	0,12	117,7	14,34	0,75	25	C.R.O -IPT -ES
amêndoa colonial	biotita granito	2,666	0,71	0,27	101,4	14,56	0,77	20 a 25	C.R.O -IPT -ES
amarelo colonial	biotita granito	2,643	0,97	0,37	139,5	20,98	0,79	20	C.R.O -IPT -ES
Cinza Corumbá	biotita granito	2,680	0,61	0,23	125,4	17,09	1,04	20-25	C.R.O -IPT -ES
Cinza Andorinha	Biotita granito	2,693	0,71	0,27	145,2	21,73	0,94	20	C.R.O -IPT -ES
prata interlagos	biotita monzogranito	2,632	0,57	0,22	176,9	17,47	0,69	30	C.R.O IPT -SP
marrom itú	monzogranito	2,639	0,58	0,22	132,5	14,68	0,43	35	C.R.O IPT -SP
Vermelho Coral	sienogranito gnáissico	2,637	0,49	0,18	139,6	14,57	0,63	25 a 30	C.R.O IPT -SP
Vermelho Capão Bonito	biotita monzogranito	2,638	0,49	0,19	149,8	14,75	0,60	30	C.R.O IPT -SP
Vermelho Fartura	sienogranito gnáissico	2,649	0,51	0,19	153,9	17,30	0,57	20	C.R.O IPT -SP
Vermelho Bragança	monzogranito porfirítico	2,631	0,75	0,28	185,3	22,92	0,51	30	C.R.O IPT -SP
Vinho Paulista	sienogranito	2,614	0,67	0,26	147,1	15,31	0,65	30	C.R.O IPT -SP
cinza mauá	biotita monzogranito porfirítico	2,672	0,69	0,26	147,3	16,65	0,76	30	C.R.O IPT -SP
Rosa Biritiba	biotita sienogranito	2,645	0,69	0,26	202,5	12,35	0,70	25 a 30	C.R.O IPT -SP
Rosa Cedro	biotita gnaisse monzogranito	2,602	1,00	0,38	133,9	11,58	0,80	25	C.R.O IPT -SP
Rosa Itupeva	monzogranito	2,643	0,85	0,32	144,4	15,07	0,46	30	C.R.O IPT -SP
Rosa Salmão	biotita monzogranito gnáissico	2,639	0,64	0,24	162,3	18,54	0,52	25 a 30	C.R.O IPT -SP
Salmão Cordel	hornblenda gnaisse sienogranítico	2,608	1,17	0,45	152,1	11,05	0,81	30	C.R.O IPT -SP
Rosa Montebele	biotita monzogranito porfirítico	2,625	1,02	0,39	160,0	14,81	0,49	25	C.R.O IPT -SP
dorê paulista	biotita monzagranito	2,626	1,00	0,38	142,1	16,88	0,75	30	C.R.O IPT -SP
dourado cajú	monzogranito	2,628	0,97	0,37	141,2	11,96	0,57	30	C.R.O IPT -SP
Marrom Cajú	monzogranito	2,644	0,28	0,10	196,0	17,47	0,52	25	C.R.O IPT -SP
marrom São Paulo	monzogranito	2,632	0,56	0,21	151,1	14,62	0,54	25	C.R.O IPT -SP
Vermelho Tanquinho	granodiorito	2,745	0,29	0,10	157,4	15,58	0,82	20	C.R.O IPT -SP
Amêndoa Sorocaba	biotita sienogranito porfirítico	2,661	0,76	0,29	122,7	9,43	0,79	25	C.R.O IPT -SP
azul fantástico	biotita granodiorito gnáissico	2,714	0,42	0,16	125,0	13,48	0,62	25	C.R.O IPT -SP

Amarelo Selvagem	granito	2,641	0,46	0,18	198,2	21,47	0,63	30	C.R.O - IPT -BA
Amarelo lombas	granito	2,625	0,60	0,23	135,8	8,12	0,55	25	C.R.O - IPT -BA
Azul Paramirim	Riolito pórfiro	2,679	0,64	0,24	190,4	20,54	0,53	25	C.R.O - IPT -BA
Azul Quati	Horneblenda - granito	2,665	0,46	0,17	167,2	16,93	0,72	30	C.R.O - IPT -BA
Cacatua Bahia	Leucogranito	2,642	0,37	0,14	181,9	17,79	0,38	40	C.R.O - IPT -BA
Cottom Bahia	granito	2,653	0,31	0,12	202,1	23,83	0,49	30	C.R.O - IPT -BA
Cravo e Canela	Monzodiorito	2,653	0,49	0,18	147,5	15,77	1,04	0	C.R.O - IPT -BA
Creme Bahia	Biotita-horneblenda granito	2,665	0,46	0,17	167,2	16,93	0,72	30	C.R.O - IPT -BA
Fantasia	quartzito-monzonito	2,657	0,42	0,16	172,9	16,54	0,52	10	C.R.O - IPT -BA
Fantasia Paraguaçu	granada-granito	2,641	0,46	0,18	198,2	21,47	0,63	30	C.R.O - IPT -BA
Gran Colonial	granito	2,639	0,52	0,20	147,4	16,50	0,74	36	C.R.O - IPT -BA
Lambada	granodiorito	2,695	0,36	0,13	162,8	25,40	0,74	15	C.R.O - IPT -BA
Maracanã	quartzito-diorito	2,676	0,38	0,14	155,1	20,43	0,43	14	C.R.O - IPT -BA
Monte Santo	granodiorito	2,649	0,50	0,19	176,3	22,46	0,47	35	C.R.O - IPT -BA
Morro do Tigre Coralite	granito	2,632	0,46	0,17	151,5	17,87	0,60	25	C.R.O - IPT -BA
Morro do Tigre Veiado	granito	2,632	0,46	0,17	151,5	17,87	0,60	25	C.R.O - IPT -BA
Tigrado	quartzito-diorito	2,665	0,41	0,16	121,1	13,34	0,39	10	C.R.O - IPT -BA
Kashmir Bahia	gnaisse-granítico	2,640	0,46	0,18	204,2	16,30	0,62	20	C.R.O - IPT -BA
Kinawa Bahia	biotita-gnaiss granodiorítico	2,644	0,23	0,09	199,1	19,27	0,58	35	C.R.O - IPT -BA
Mogno	biotita-gnaiss granítico	2,367	0,36	0,14	208,3	16,07	0,57	30	C.R.O - IPT -BA
Palma Bahia	granito-gnaiss	2,650	0,35	0,13	191,9	21,83	0,63	25	C.R.O - IPT -BA
Pink Bahia	biotita-gnaiss- granítico	2,655	0,41	0,15	175,2	28,24	0,50	30	C.R.O - IPT -BA
Rosa Tupim	granito-gnaiss	2,638	0,43	0,16	176,4	20,96	0,59	20	C.R.O - IPT -BA
Salvador	granito-gnaiss	2,638	0,49	0,18	173,9	16,43	0,56	25	C.R.O - IPT -BA
Vermelho laçu	biotita-granito-gnaiss	2,642	0,47	0,18	169,4	17,84	0,71	25	C.R.O - IPT -BA
Vino Bhia	gnaisse - granítico	2,624	0,48	0,11	185,2	17,41	0,80	25	C.R.O - IPT -BA
	média dos biotita granito gnaisses	2,643	0,603	0,227	153,6	16,881	0,687		
Verde Fartura	charnockito gnaissico	2,703	0,50	0,18	148,7	-	-	25	C.R.O IPT -SP
Verde Mococa	hiperstenio monzonito gnaissico	2,736	0,35	0,13	200,6	23,86	0,62	0	C.R.O IPT -SP
Verde Labrador	hiperstênio granito	2,671	0,37	0,14	135,1	18,16	0,81	20-25	C.R.O -IPT -ES
Verde Vitória	hiperstênio-biotita granito gnaissico	2,652	0,22	0,08	130,8	20,76	0,62	15-20	C.R.O -IPT -ES
Verde Bahia	charnoquilo	2,689	0,10	0,04	184,1	20,73	0,35	9	C.R.O - IPT -BA
Verde Boa Nova	charnoquilo	2,696	0,31	0,12	197,8	15,16	0,47	25	C.R.O - IPT -BA
Verde Dorato	charnoquilo	2,707	0,17	0,06	177,6	20,50	0,49	27	C.R.O - IPT -BA
	média dos charnoquitos	2,693	0,289	0,107	167,8	19,862	0,560		
	MÉDIA TOTAL DOS GRANITOS	2,648	0,570	0,22	155,0	18,372	0,623		
Preto São Gabriel	biotita norito	2,920	0,16	0,05	128,9	25,71	1,14	0	C.R.O -IPT -ES

Preto Total	biotita gabronorito	2,931	0,20	0,07	113,3	22,43	2,02	0	C.R.O -IPT -ES
preto apial	granonorito	3,065	0,54	0,18	195,5	26,40	0,76	0	C.R.O IPT -SP
preto bragança	biotita quartzo monzonito	2,770	0,44	0,16	178,9	25,05	0,85	5 a 10	C.R.O IPT -SP
preto piracaia	biotita-hornblenda quartzo monzonito	2,844	0,50	0,18	167,1	15,75	1,05	5	C.R.O IPT -SP
	MÉDIA DOS PRETOS	2,906	0,37	0,13	156,7	23,07	1,16		
azul paulista	nefelina sienito	2,594	0,72	0,28	163,8	15,78	0,65	0	C.R.O IPT -SP
Marrom Bahia	sienito	2,750	0,13	0,05	158,3	14,32	0,80	0	IPT-ageo
café bahia	sienito	2,732	0,44	0,16	173,2	18,90	0,68	0	C.R.O - IPT -BA
Café Bahia	Sienito	2,732	0,44	0,16	173,2	18,09	0,68	5	C.R.O IPT -SP
Jacarandá da Bahia	sienito-gnaisse	2,621	0,24	0,09	170,7	18,90	0,70	2	C.R.O IPT -SP
Azul Bahia	Sodalita - Sienito	2,545	0,10	0,04	169,2	16,62	0,75	0	C.R.O IPT -SP
	MÉDIA DOS SIENITOS	2,662	0,35	0,13	168,1	17,10	0,71		

ANEXO 9

Tabela comparativa segundo granulações: grossa, fina e média.

Fantasia	quartzo-monzonito	2,657	0,42	0,16	172,9	16,54	0,52	10	C.R.O - IPT -BA
Morro do Tigre Coralite	granito	2,632	0,46	0,17	151,5	17,87	0,60	25	C.R.O - IPT -BA
Tigrado	quartzo-diorito	2,665	0,41	0,16	121,1	13,34	0,39	10	C.R.O - IPT -BA
Pink Bahia	biotita-gnaiss - granítico	2,655	0,41	0,15	175,2	28,24	0,50	30	C.R.O - IPT -BA
Salvador	granit-gnaiss	2,638	0,49	0,18	173,9	16,43	0,56	25	C.R.O - IPT -BA
	GRANULOMETRIA MÉDIA 1 A 2 CM	2,642	0,574	0,22	157,7	16,36	0,58		
Verde Eucalipto	granada gnaiss granítico com sillimanita	2,621	0,65	0,25	137,9	21,04	0,64	20-25	C.R.O - IPT -ES
branco ipanema	gnáiss granítico	2,643	0,58	0,22	136,1	14,89	1,32	30	C.R.O - IPT -ES
branco polar	granada gnaiss granítico	2,625	0,89	0,34	168,1	15,10	1,08	30 a 35	C.R.O - IPT -ES
cashemere marfim	biotita gnaiss granítico	2,613	0,82	0,32	125,4	15,88	0,77	25 a 30	C.R.O - IPT -ES
Cinza Andorinha	Biotita granito	2,693	0,71	0,27	145,2	21,73	0,94	20	C.R.O - IPT -ES
prata interlagos	biotita monzogranito	2,632	0,57	0,22	176,9	17,47	0,69	30	C.R.O IPT -SP
Vermelho Bragança	monzogranito porfírico	2,631	0,75	0,28	185,3	22,92	0,51	30	C.R.O IPT -SP
Vinho Paulista	sienogranito	2,614	0,67	0,26	147,1	15,31	0,65	30	C.R.O IPT -SP
Amarelo Selvagem	granito	2,641	0,46	0,18	198,2	21,47	0,63	30	C.R.O - IPT -BA
Creme Bahia	Biotita-horblenda granito	2,665	0,46	0,17	167,2	16,93	0,72	30	C.R.O - IPT -BA
Fantasia Paraguaçu	granada-granito	2,641	0,46	0,18	198,2	21,47	0,63	30	C.R.O - IPT -BA
Gran Colonial	granito	2,639	0,52	0,20	147,4	16,50	0,74	36	C.R.O - IPT -BA
Lambada	granodiorito	2,695	0,36	0,13	162,8	25,40	0,74	15	C.R.O - IPT -BA
Monte Santo	granodiorio	2,649	0,50	0,19	176,3	22,46	0,47	35	C.R.O - IPT -BA
Morro do Tigre Veiado	granito	2,632	0,46	0,17	151,5	17,87	0,60	25	C.R.O - IPT -BA
Kashmir Bahia	gnaisse-granítico	2,640	0,46	0,18	204,2	16,30	0,62	20	C.R.O - IPT -BA
Kinawa Bahia	biotita-gnaiss granodiorítico	2,644	0,23	0,09	199,1	19,27	0,58	35	C.R.O - IPT -BA
Mogno	biotita-gnaiss granítico	2,367	0,36	0,14	208,3	16,07	0,57	30	C.R.O - IPT -BA
Palma Bahia	granito-gnaiss	2,650	0,35	0,13	191,9	21,83	0,63	25	C.R.O - IPT -BA
Rosa Tupim	granito-gnaiss	2,638	0,43	0,16	176,4	20,96	0,59	20	C.R.O - IPT -BA
Vermelho laçu	biotita-granito-gnaiss	2,642	0,47	0,18	169,4	17,84	0,71	25	C.R.O - IPT -BA
Vino Bhia	gnaisse - granítico	2,624	0,48	0,11	185,2	17,41	0,80	25	C.R.O - IPT -BA
Vermelho Tanquinho	granodiorito	2,745	0,29	0,10	157,4	15,58	0,82	20	C.R.O IPT -SP
	GRANULOMETRIA FINA 0,3 A 1 CM	2,634	0,52	0,19	170,2	18,77	0,72		
Preto São Gabriel	biotita norito	2,920	0,16	0,05	128,9	25,71	1,14	0	C.R.O - IPT -ES
Preto Total	biotita gabronorito	2,931	0,20	0,07	113,3	22,43	2,02	0	C.R.O - IPT -ES
preto apiai	granonorito	3,065	0,54	0,18	195,5	26,40	0,76	0	C.R.O IPT -SP
preto bragança	biotita quartzo monzonito	2,770	0,44	0,16	178,9	25,05	0,85	5 a 10	C.R.O IPT -SP
preto piracaiá	biotita-horblenda quartzo monzonito	2,844	0,50	0,18	167,1	15,75	1,05	5	C.R.O IPT -SP
	MÉDIA DOS PRETOS	2,906	0,37	0,13	156,7	23,07	1,16		
azul paulista	nefelina sienito	2,594	0,72	0,28	163,8	15,78	0,65	0	C.R.O IPT -SP

NOME COMERCIAL	CLASSIFICAÇÃO DA ROCHA	ENSAIOS						teor quartz	FONTE
		densidade	porosidade	absorção	compressão	flexão	desgaste		
Golden Brasil santa cecília MG-6 amarelo cachoeiro amarelo São Francisco amarelo persa amarelo veneciano amêndoa capixaba juparanã laranjeira amêndoa colonial amarelo colonial Cinza Corumbá Vermelho Coral cinza mauá Rosa Biritiba Rosa Cedro Rosa Montebele Amêndoa Sorocaba azul fantástico Azul Paramirim Maracanã	gnaisse sienogranítico com biot., granada e sill.	2,637	0,79	0,30	79,5	10,43	1,00	30	IPT - AGEO
	granada-biotita granito gnáissico com sill.	2,647	0,89	0,33	93,2	13,84	0,78	25 a 30	C.R.O -IPT -ES
	biotita-granada gnaisse granítico com sill.	2,688	0,51	0,19	107,8	15,20	0,81	20	C.R.O -IPT -ES
	biotita gnaisse granítico	2,621	0,70	0,27	150,8	20,21	0,94	20 a 25	C.R.O -IPT -ES
	biotita-granada gnáisse granítico	2,618	1,09	0,42	130,8	15,36	1,12	20 a 25	C.R.O -IPT -ES
	Biotita-granada granito gnáissico	2,605	1,04	0,40	112,3	12,35	0,92	20 a 25	C.R.O -IPT -ES
	biotita granito gnáissico	2,657	0,75	0,28	104,9	14,63	0,76	25 a 30	C.R.O -IPT -ES
	biotita granito gnáissico	2,687	0,71	0,26	118,7	18,70	0,56	25	C.R.O -IPT -ES
	biotita-hornblenda granito	2,661	0,33	0,12	117,7	14,34	0,75	25	C.R.O -IPT -ES
	biotita granito	2,666	0,71	0,27	101,4	14,56	0,77	20 a 25	C.R.O -IPT -ES
	biotita granito	2,643	0,97	0,37	139,5	20,98	0,79	20	C.R.O -IPT -ES
	biotita granito	2,680	0,61	0,23	125,4	17,09	1,04	20-25	C.R.O -IPT -ES
	sienogranito gnáissico	2,637	0,49	0,18	139,6	14,57	0,63	25 a 30	C.R.O IPT -SP
	biotita monzogranito porfirítico	2,672	0,69	0,26	147,3	16,65	0,76	30	C.R.O IPT -SP
	biotita sienogranito	2,645	0,69	0,26	202,5	12,35	0,70	25 a 30	C.R.O IPT -SP
	biotita gnaisse monzogranito	2,602	1,00	0,38	133,9	11,58	0,80	25	C.R.O IPT -SP
	biotita monzogranito porfirítico	2,625	1,02	0,39	160,0	14,81	0,49	25	C.R.O IPT -SP
	biotita sienogranito porfirítico	2,661	0,76	0,29	122,7	9,43	0,79	25	C.R.O IPT -SP
	biotita granodiorito gnáissico Riolito pórfiro quartzto-diorito GRANULOMETRIA GROSSA 2 A 4 CM monzogranito biotita monzogranito sienogranito gnáissico monzogranito biotita monzogranito gnáissico hornblenda gnaisse sienogranítico biotita monzagranito monzogranito monzogranito monzogranito granito Hornblenda - granito Leucogranito granito Monzodiorito	biotita granodiorito gnáissico	2,714	0,42	0,16	125,0	13,48	0,62	25
Riolito pórfiro		2,679	0,64	0,24	190,4	20,54	0,53	25	C.R.O - IPT -BA
quartzto-diorito		2,676	0,38	0,14	155,1	20,43	0,43	14	C.R.O - IPT -BA
GRANULOMETRIA GROSSA 2 A 4 CM		2,653	0,72	0,27	131,4	15,31	0,76		
monzogranito		2,639	0,58	0,22	132,5	14,68	0,43	35	C.R.O IPT -SP
biotita monzogranito		2,638	0,49	0,19	149,8	14,75	0,60	30	C.R.O IPT -SP
sienogranito gnáissico		2,649	0,51	0,19	153,9	17,30	0,57	20	C.R.O IPT -SP
monzogranito		2,643	0,85	0,32	144,4	15,07	0,46	30	C.R.O IPT -SP
biotita monzogranito gnáissico		2,639	0,64	0,24	162,3	18,54	0,52	25 a 30	C.R.O IPT -SP
hornblenda gnaisse sienogranítico		2,608	1,17	0,45	152,1	11,05	0,81	30	C.R.O IPT -SP
biotita monzagranito		2,626	1,00	0,38	142,1	16,88	0,75	30	C.R.O IPT -SP
monzogranito		2,628	0,97	0,37	141,2	11,96	0,57	30	C.R.O IPT -SP
monzogranito		2,644	0,28	0,10	196,0	17,47	0,52	25	C.R.O IPT -SP
monzogranito		2,632	0,56	0,21	151,1	14,62	0,54	25	C.R.O IPT -SP
granito		2,625	0,60	0,23	135,8	8,12	0,55	25	C.R.O - IPT -BA
Hornblenda - granito		2,665	0,46	0,17	167,2	16,93	0,72	30	C.R.O - IPT -BA
Leucogranito		2,642	0,37	0,14	181,9	17,79	0,38	40	C.R.O - IPT -BA
Cravo e Canela		2,653	0,31	0,12	202,1	23,83	0,49	30	C.R.O - IPT -BA
		2,653	0,49	0,18	147,5	15,77	1,04	0	C.R.O - IPT -BA

Marrom Bahia	sienito	2,750	0,13	0,05	158,3	14,32	0,80	0	IPT-ageo
café bahia	sienito	2,732	0,44	0,16	173,2	18,90	0,68	0	C.R.O - IPT -BA
Café Bahia	Sienito	2,732	0,44	0,16	173,2	18,09	0,68	5	C.R.O IPT -SP
Jacarandá da Bahia	sienito-gnaisse	2,621	0,24	0,09	170,7	18,90	0,70	2	C.R.O IPT -SP
Azul Bahia	Sodalita - Sienito	2,545	0,10	0,04	169,2	16,62	0,75	0	C.R.O IPT -SP
	MÉDIA DOS SIENITOS	2,662	0,35	0,13	168,1	17,10	0,71		

ANEXO 10

Tabela comparativa segundo teor de quartzo das rochas.

teor quartzo	NOME COMERCIAL	CLASSIFICAÇÃO DA ROCHA	ENSAIOS					flexão	desgaste	FONTE
			densidade	porosidade	absorção	compressão				
30	Golden Brasil	gnaisse sienogranítico com biot., granada e sill.	2,637	0,79	0,30	79,5	10,43	1,00	IPT -AGEO	
25 a 30	santa cecília	granada-biotita granito gnáissico com sill.	2,647	0,89	0,33	93,2	13,84	0,78	C.R.O -IPT -ES	
25 a 30	amarelo veneciano	biotita granito gnáissico	2,657	0,75	0,28	104,9	14,63	0,76	C.R.O -IPT -ES	
30	branco ipanema	gnáisse granítico	2,643	0,58	0,22	136,1	14,89	1,32	C.R.O -IPT -ES	
30 a 35	branco polar	granada gnáisse granítico	2,625	0,89	0,34	168,1	15,10	1,08	C.R.O -IPT -ES	
25 a 30	cashmere marfim	biotita gnáisse granítico	2,613	0,82	0,32	125,4	15,88	0,77	C.R.O -IPT -ES	
30	prata interlagos	biotita monzogranito	2,632	0,57	0,22	176,9	17,47	0,69	C.R.O IPT -SP	
27	Verde Dorato	charnoquito	2,707	0,17	0,06	177,6	20,50	0,49	C.R.O - IPT -BA	
35	marrom itú	monzogranito	2,639	0,58	0,22	132,5	14,68	0,43	C.R.O IPT -SP	
25 a 30	Vermelho Coral	sienogranito gnáissico	2,637	0,49	0,18	139,6	14,57	0,63	C.R.O IPT -SP	
30	Vermelho Capão Bonito	biotita monzogranito	2,638	0,49	0,19	149,8	14,75	0,60	C.R.O IPT -SP	
30	Vermelho Bragança	monzogranito porfiritico	2,631	0,75	0,28	185,3	22,92	0,51	C.R.O IPT -SP	
30	Vinho Paulista	sienogranito	2,614	0,67	0,26	147,1	15,31	0,65	C.R.O IPT -SP	
30	cinza mauá	biotita monzogranito porfiritico	2,672	0,69	0,26	147,3	16,65	0,76	C.R.O IPT -SP	
25 a 30	Rosa Biritiba	biotita sienogranito	2,645	0,69	0,26	202,5	12,35	0,70	C.R.O IPT -SP	
30	Rosa Itupeva	monzogranito	2,643	0,85	0,32	144,4	15,07	0,46	C.R.O IPT -SP	
25 a 30	Rosa Salmão	biotita monzogranito gnaissico	2,639	0,64	0,24	162,3	18,54	0,52	C.R.O IPT -SP	
30	Salmão Cordel	hornblenda gnaisse sienogranítico	2,608	1,17	0,45	152,1	11,05	0,81	C.R.O IPT -SP	
30	doré paulista	biotita monzagranito	2,626	1,00	0,38	142,1	16,88	0,75	C.R.O IPT -SP	
30	dourado cajú	monzogranito	2,628	0,97	0,37	141,2	11,96	0,57	C.R.O IPT -SP	
30	Amarelo Selvagem	granito	2,641	0,46	0,18	198,2	21,47	0,63	C.R.O - IPT -BA	
30	Azul Quati	hornblenda - granito	2,665	0,46	0,17	167,2	16,93	0,72	C.R.O - IPT -BA	
40	Cacatua Bahia	Leucogranito	2,642	0,37	0,14	181,9	17,79	0,38	C.R.O - IPT -BA	
30	Cottom Bahia	granito	2,653	0,31	0,12	202,1	23,83	0,49	C.R.O - IPT -BA	
30	Creme Bahia	Biotita-hornblenda granito	2,665	0,46	0,17	167,2	16,93	0,72	C.R.O - IPT -BA	
30	Fantasia Paraguaçu	granada-granito	2,641	0,46	0,18	198,2	21,47	0,63	C.R.O - IPT -BA	
36	Gran Colonial	granito	2,639	0,52	0,20	147,4	16,50	0,74	C.R.O - IPT -BA	
35	Monte Santo	granodiorio	2,649	0,50	0,19	176,3	22,46	0,47	C.R.O - IPT -BA	
35	Kinawa Bahia	biotita-gnaisse granodiorítico	2,644	0,23	0,09	199,1	19,27	0,58	C.R.O - IPT -BA	
30	Mogno	biotita-gnaisse granítico	2,367	0,36	0,14	208,3	16,07	0,57	C.R.O - IPT -BA	
30	Pink Bahia	biotita-gnaisse- granítico	2,655	0,41	0,15	175,2	28,24	0,50	C.R.O - IPT -BA	
		média dos granitos com mais de 25% de quartz	2,634	0,61	0,23	159,0	17,05	0,67		
20	MG-6	biotita-granada gnaisse granítico com sill.	2,688	0,51	0,19	107,8	15,20	0,81	C.R.O -IPT -ES	
20 a 25	amarelo cachoeiro	biotita gnaisse granítico	2,621	0,70	0,27	150,8	20,21	0,94	C.R.O -IPT -ES	
20 a 25	amarelo São Francisco	biotita-granada gnáisse granítico	2,618	1,09	0,42	130,8	15,36	1,12	C.R.O -IPT -ES	
20 a 25	amarelo persa	Biotita-granada granito gnáissico	2,605	1,04	0,40	112,3	12,35	0,92	C.R.O -IPT -ES	
20-25	Verde Eucalipto	granada gnaisse granítico com sillimanita	2,621	0,65	0,25	137,9	21,04	0,64	C.R.O -IPT -ES	

25	amêndoa capixaba	biotita granito gnáissico	2,687	0,71	0,26	118,7	18,70	0,56	C.R.O - IPT -ES
25	juparanã laranjeira	biotita-hornblenda granito	2,661	0,33	0,12	117,7	14,34	0,75	C.R.O - IPT -ES
20 a 25	amêndoa colonial	biotita granito	2,666	0,71	0,27	101,4	14,56	0,77	C.R.O - IPT -ES
20	amarelo colonial	biotita granito	2,643	0,97	0,37	139,5	20,98	0,79	C.R.O - IPT -ES
20-25	Cinza Corumbá	biotita granito	2,680	0,61	0,23	125,4	17,09	1,04	C.R.O - IPT -ES
20	Cinza Andorinha	biotita granito	2,693	0,71	0,27	145,2	21,73	0,94	C.R.O - IPT -ES
20	Vermelho Fartura	sienogranito gnáissico	2,649	0,51	0,19	153,9	17,30	0,57	C.R.O IPT -SP
25	Rosa Cedro	biotita gnaiss monzogranito	2,602	1,00	0,38	133,9	11,58	0,80	C.R.O IPT -SP
25	Rosa Montebele	biotita monzogranito porfirítico	2,625	1,02	0,39	160,0	14,81	0,49	C.R.O IPT -SP
25	Marrom Cajú	monzogranito	2,644	0,28	0,10	196,0	17,47	0,52	C.R.O IPT -SP
25	marrom São Paulo	monzogranito	2,632	0,56	0,21	151,1	14,62	0,54	C.R.O IPT -SP
20	Vermelho Tanquinho	granodiorito	2,745	0,29	0,10	157,4	15,58	0,82	C.R.O IPT -SP
25	Amêndoa Sorocaba	biotita sienogranito porfirítico	2,661	0,76	0,29	122,7	9,43	0,79	C.R.O IPT -SP
25	azul fantástico	biotita granodiorito gnáissico	2,714	0,42	0,16	125,0	13,48	0,62	C.R.O IPT -SP
25	Amarelo tombas	granito	2,625	0,60	0,23	135,8	8,12	0,55	C.R.O - IPT -BA
25	Azul Paramirim	Riolito pórfiro	2,679	0,64	0,24	190,4	20,54	0,53	C.R.O - IPT -BA
10	Fantasia	quartzo-monzonito	2,657	0,42	0,16	172,9	16,54	0,52	C.R.O - IPT -BA
15	Lambada	granodiorito	2,695	0,36	0,13	162,8	25,40	0,74	C.R.O - IPT -BA
14	Maracanã	quartzo-diorito	2,676	0,38	0,14	155,1	20,43	0,43	C.R.O - IPT -BA
25	Morro do Tigre Coralite	granito	2,632	0,46	0,17	151,5	17,87	0,60	C.R.O - IPT -BA
25	Morro do Tigre Veiado	granito	2,632	0,46	0,17	151,5	17,87	0,60	C.R.O - IPT -BA
10	Tigrado	quartzo-diorito	2,665	0,41	0,16	121,1	13,34	0,39	C.R.O - IPT -BA
20	Kashmir Bahia	gnaisse-granítico	2,640	0,46	0,18	204,2	16,30	0,62	C.R.O - IPT -BA
25	Palma Bahia	granito-gnaiss	2,650	0,35	0,13	191,9	21,83	0,63	C.R.O - IPT -BA
20	Rosa Tupim	granito-gnaiss	2,638	0,43	0,16	176,4	20,96	0,59	C.R.O - IPT -BA
25	Salvador	granito-gnaiss	2,638	0,49	0,18	173,9	16,43	0,56	C.R.O - IPT -BA
25	Vermelho laçu	biotita-granito-gnaiss	2,642	0,47	0,18	169,4	17,84	0,71	C.R.O - IPT -BA
25	Vino Bhia	gnaisse - granítico	2,624	0,48	0,11	185,2	17,41	0,80	C.R.O - IPT -BA
		média dos granitos com até 25% de quartzo	2,653	0,58	0,22	149,4	16,87	0,69	
0	Preto São Gabriel	biotita norito	2,920	0,16	0,05	128,9	25,71	1,14	C.R.O - IPT -ES
0	Preto Total	biotita gabronorito	2,931	0,20	0,07	113,3	22,43	2,02	C.R.O - IPT -ES
0	preto apiáí	granonorito	3,065	0,54	0,18	195,5	26,40	0,76	C.R.O IPT -SP
5 a 10	preto bragança	biotita quartzo monzonito	2,770	0,44	0,16	178,9	25,05	0,85	C.R.O IPT -SP
5	preto piracaia	biotita-hornblenda quartzo monzonito	2,844	0,50	0,18	167,1	15,75	1,05	C.R.O IPT -SP
		MÉDIA DOS PRETOS	2,906	0,37	0,13	156,7	23,07	1,16	
0	azul paulista	nefelina sienito	2,594	0,72	0,28	163,8	15,78	0,65	C.R.O IPT -SP
0	Marrom Bahia	sienito	2,750	0,13	0,05	158,3	14,32	0,80	IPT-ageo
0	café bahia	sienito	2,732	0,44	0,16	173,2	18,90	0,68	C.R.O - IPT -BA

5	Café Bahia	Sienito	2,732	0,44	0,16	173,2	18,09	0,68	C.R.O IPT -SP
2	Jacarandá da Bahia	sienito-gnaisse	2,621	0,24	0,09	170,7	18,90	0,70	C.R.O IPT -SP
0	Azul Bahia	Sodalita - Sienito	2,545	0,10	0,04	169,2	16,62	0,75	C.R.O IPT -SP
		MÉDIA DOS SIENITOS	2,662	0,35	0,13	168,1	17,10	0,71	

Errata

* Três referências bibliográficas estão faltando no item "Referências Bibliográficas". São duas normas técnicas, ASTM C 880/89 e ABNT NBR 13818/97; e o roteiro de caracterização tecnológica de IPT 1978.

* Nas tabelas dos anexos 7, 8, 9 e 10, faltam a indicações das seguintes abreviações.

C.R.O. - IPT - SP - Catálogo de Rodas Ornamentais de SP.

C.R.O. - IPT - ES - Catálogo de Rodas Ornamentais do Espírito Santo.

C.R.O. - IPT - BA - Catálogo de Rodas Ornamentais da Bahia.

Na cópia da biblioteca, não encadernada ainda, estas correções não reeligadas, além de alguns erros gráficos verificados na última hora.

Fernando Torres
13/11

