

CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E TECNOLÓGICA DOS GRANITOS VERMELHOS DO COMPLEXO SÃO FRANCISCO (SP), COMO POTENCIAL PARA ROCHA ORNAMENTAL E PARA REVESTIMENTO.

GEOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE RED GRANITES FROM THE SÃO FRANCISCO COMPLEX (SP) FOR DIMENSION STONES AND COVERING USES.

Antonio Misson GODOY¹; Júlio César de Pinheiro ARRAIS²; Larissa Marque Barbosa de ARAÚJO-RUIZ²; Fabiano Cabañas NAVARRO²

Resumo: Foram realizados estudos geológicos e físico-mecânicos das rochas porfíricas (amêndoas Marrom Montês, Vermelho Anelar e Vermelho) do Complexo Granítico São Francisco (SP), visando ampliar a oferta ao mercado consumidor de novas variedades estéticas de rochas de coloração avermelhada para fins ornamentais e de revestimento. Sua caracterização tecnológica possibilita orientar a correta aplicação e a prevenção de problemas arquitetônicos decorrentes da deterioração. Os parâmetros petrográficos e físico-mecânicos obtidos encontram-se próximos e às vezes superiores aos valores médios de referência, permitindo satisfatoriamente a sua aplicação como granito para revestimento, quer em ambientes interiores ou exteriores de edificações em parede, pisos e fachadas. Em fase futura tornam-se necessários novos trabalhos direcionados para a cubagem de cada padrão estético identificado, ou mesmo a ampliação desta pesquisa para demais fácies, que nesta primeira avaliação não foram selecionadas.

Palavras Chave: Complexo São Francisco; Rocha Ornamental; Ensaio Tecnológico; Granito.

Abstract: Geological, physical and mechanical studies of (amêndoas Marrom Montês, Vermelho Anelar e Vermelho) porphyritic rocks from São Francisco Granite Complex were carried out aiming to enlarge the offer to the consumer market of a new esthetic variety of reddish rocks to be used as dimension stones and covering materials. Their technological characterization make possible to increase the technical solutions and guidance to their correct application to prevent architectural and constructive problems due to deterioration process. The obtained parameters are close to and sometimes higher than the reference average values, pointing to the satisfactory granite application in covering both internal and external applications. Future work will be necessary to research the mining volume of each identified esthetic pattern or even other facies that were not selected in this first study.

Keywords: São Francisco Complex; Technological Analysis; Dimension Stone; Granite

INTRODUÇÃO

O presente trabalho vem ampliar o estudo de novas potencialidades de rochas ornamentais e para revestimento no Estado de São Paulo, a partir do estudo de variedades graníticas do Complexo São Francisco. Esta pesquisa constitui uma contribuição, através da aplicação dos conhecimentos geológico, petrográfico, estrutural e geoquímico já adquirido da área, de forma a acrescentar a estes conhecimentos científicos a caracterização tecnológica destas rochas, propiciando a transformação econômica deste bem mineral. Desta forma, espera-se contribuir para o desenvolvimento sócio-econômico do Estado, a partir da possibilidade da oferta de novos tipos de rochas e conseqüentemente ampliando esta cadeia produtiva.

A crescente utilização de rochas ornamentais em obras civis tem alertado os usuários para os possíveis problemas

decorrentes de uma escolha inadequada desses materiais. A melhor medida preventiva para esses problemas é a correta especificação das rochas frente aos usos pretendidos respeitando-se, além do efeito estético desejado, as propriedades tecnológicas de cada material.

Com este embasamento geológico, foram estudadas variedades de rochas com texturas porfíricas a megaporfíricas, rochas estas, pouco estudadas quanto aos aspectos de utilização para rochas ornamentais, mas freqüente e com ampla ocorrência no pré-cambriano do Estado.

A partir deste objetivo, as litologias estudadas foram definidas de acordo com os aspectos geológicos, composicionais, texturais e estruturais, químicos, cromáticos e estéticos, buscando a diversificação destes tipos texturais de rocha de modo a ampliar o interesse do empresariado quanto à potencialidade destes materiais. Posteriormente os estudos

1- Departamento de Petrologia e Metalogenia- IGCE/UNESP- Av. 24-A, 1515- Bela Vista. 13.506-900, Rio Claro, SP. (e-mail: mgodoy@rc.unesp.br).

2- Pós- Graduação/Instituto de Geociências e Ciências Exatas - UNESP.

evoluíram para a caracterização tecnológica destes granitos, visando a sua qualificação para fins de revestimento, possibilitando assim, o aproveitamento de novos tipos de rochas e a viabilidade de soluções arquitetônicas, estéticas e funcionais muito mais confiáveis para a construção civil.

Neste sentido, o trabalho aponta ocorrências de rochas graníticas com textura porfiríticas do Complexo São Francisco (SP), que apresentam potencial como material para revestimentos. Em fase futura tornam-se necessários novos trabalhos adequados para a cubagem de cada padrão estético identificado, ou mesmo a ampliação desta pesquisa para demais fácies, que nesta primeira avaliação não foram selecionadas.

ASPECTOS GEOLÓGICOS E PETROGRÁFICOS

A caracterização geológica do Complexo São Francisco, com uma área de aproximadamente 150 km², é resultado de trabalhos de mapeamentos geológicos em escala 1:25.000, devidos principalmente a Godoy (1989); Godoy & Figueiredo (1991) e Godoy *et al.* (1992, 1994 e 1996). O complexo representa uma intrusão de forma alongada com direção ENE-WSW, controlada pelo eixo da estrutura Antiformal de Alumínio. Encontra-se intrusivo na seqüência metavulcano-sedimentar dos grupos Serra de Itaberaba e São Roque e seus contatos são tectônicos, definidos pelas zonas de cisalhamento Pirapora e Taxaquara, ao sul, e Moreiras, ao norte (Figura 1).

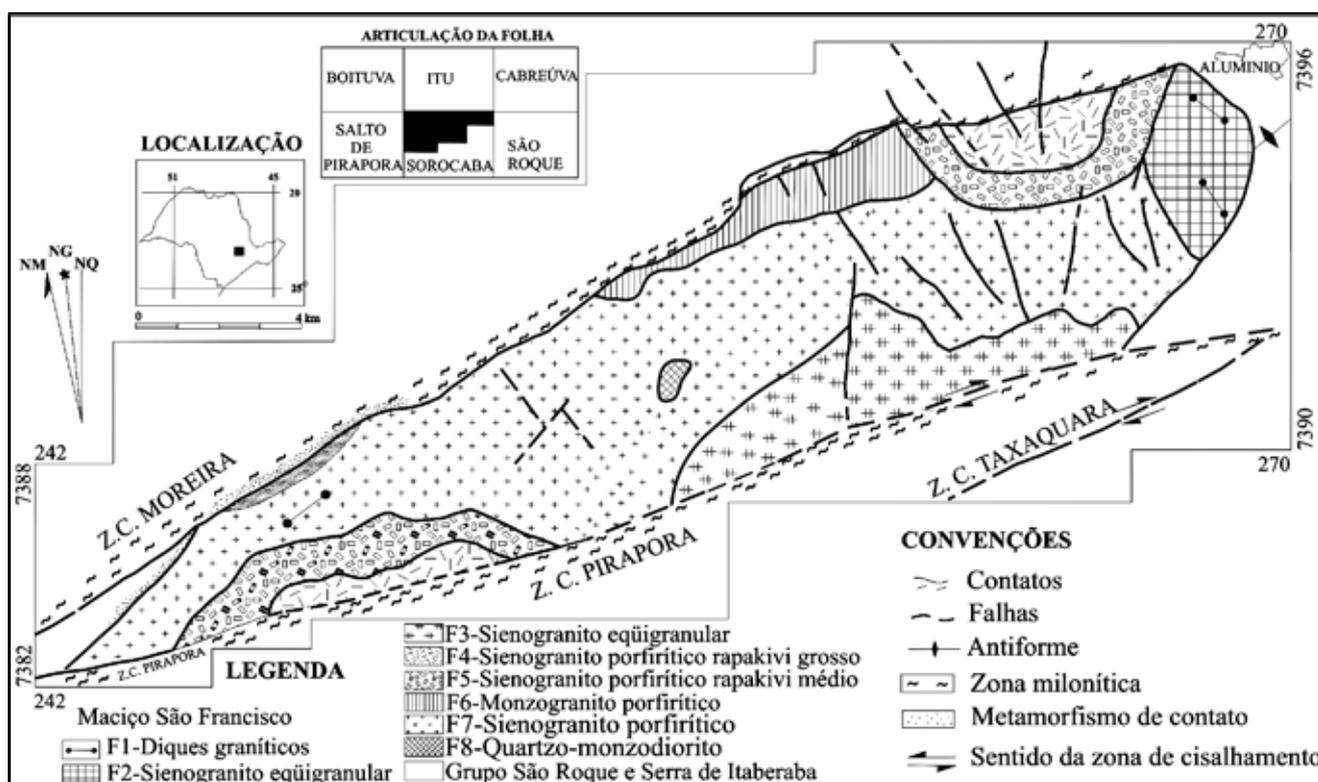


FIGURA 1: Mapa Geológico do Complexo São Francisco (Godoy, 1989).

FIGURE 1: Geological map of the São Francisco Complex (Godoy, 1989).

O Complexo compreende oito fácies compostas principalmente por sienogranitos ao lado de quantidades menores de monzogranitos, hololeucocráticos a leucocráticos, e raros quartzo-monzodioritos que ocorrem na forma de enclaves com dimensões métricas. As feições porfiríticas são as mais freqüentes, definidas por uma grande quantidade de fenocristais principalmente de feldspato potássico (comumente caracterizado pela marcante textura do tipo rapakivi) e, em menor quantidade e tamanho, por fenocristais de plagioclásio com cores esbranquiçadas e pela presença de quartzo globular. São rochas hololeucocráticas a leucocráticas compostas basicamente por microclina perítica, oligoclásio, quartzo e biotita ao lado de zircão, apatita, titanita, allanita e opacos e topázio ocorrendo nas fácies finais. A hornblenda constitui raros cristais, sendo mais abundante nos quartzo-monzodioritos.

Na caracterização do complexo foram definidos quatro grandes agrupamento temporais de litotipos magmáticos: o *inicial* ocorre de forma localizada e preservada na forma de enclaves e mega-enclaves de quartzo-monzodioritos; o *principal* é caracterizado predominantemente por sienogranito porfirítico, as vezes apresentando textura rapakivi, que se entende ao longo de todo eixo central do complexo, representando um dos tipos litológicos estudados, o Amêndoa São Francisco Vermelho.

O *intermediário* é constituído por monzogranito porfirítico, com ocorrências marginal à anterior, no contato norte, e pelos sienogranitos porfiríticos apresentando predominantemente feições rapakivi, que constituem duas intrusões laterais, com forma semi-circulares e seccionadas pelas zonas de cisalhamento Moreiras, na borda NW e Pirapora, na borda SW. As duas

intrusões são zonadas e compostas por sienogranitos porfíricos a megaporfíricos, a parte externa da intrusão é caracterizada por fenocristais que apresentam texturas rapakivi, muitas vezes descontínuos e maiores tamanhos, enquanto a parte interna é caracterizada por fenocristais com texturas rapakivi dominante e tamanho levemente menor. Estas fácies representam respectivamente o tipo estudados Amêndoa São Francisco Rapakivi (Marrom Montês) e Amêndoa São Francisco Rapakivi (Vermelho Anelar). O agrupamento final é constituído pela fácies sienogranítica equigranular marginais, além de pequenos diques aplíticas com dimensões centimétricas.

O complexo comporta-se em toda sua região central

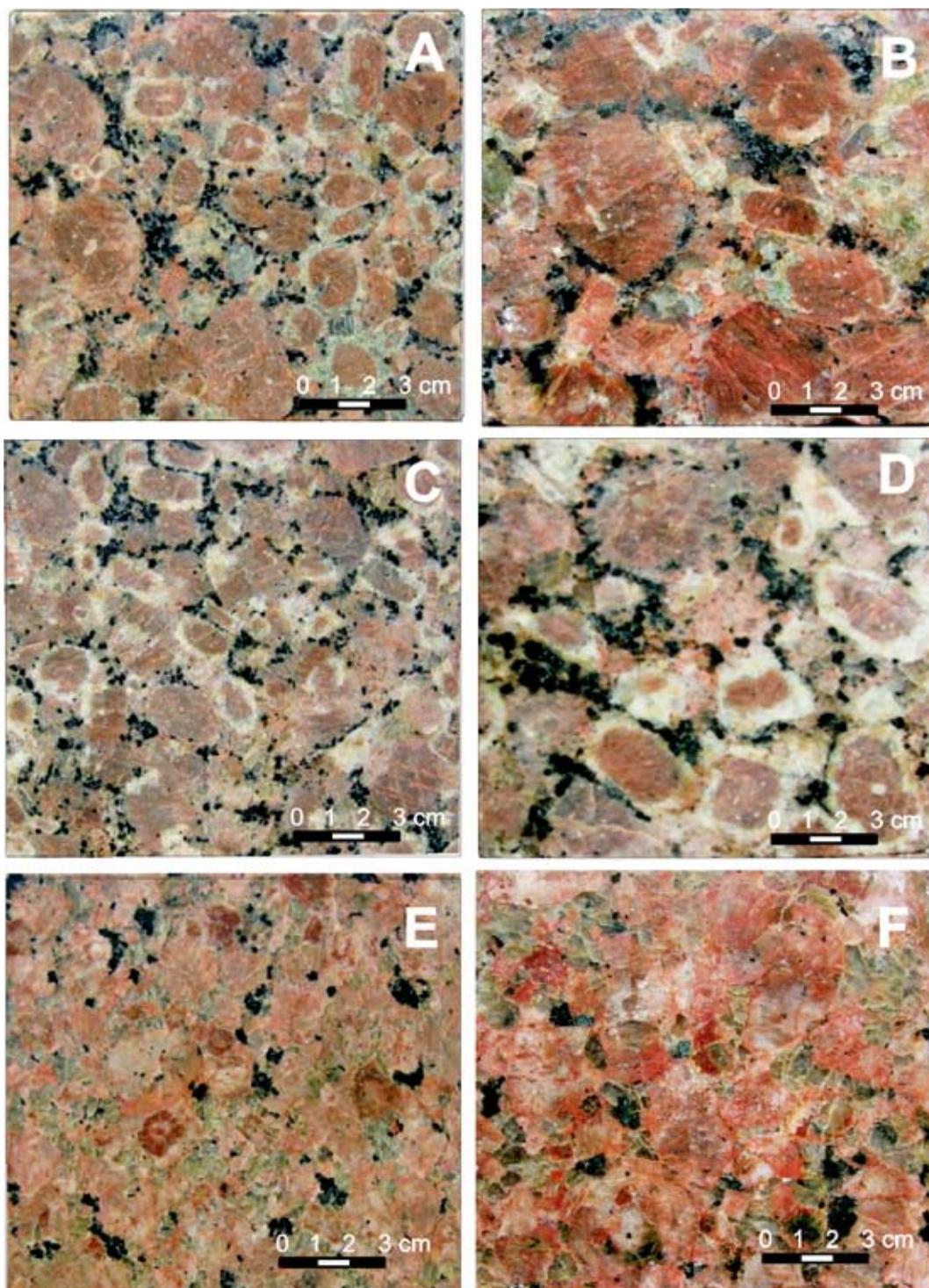
por uma área arrasada, com poucos afloramentos em matações expostos, mas apresentando grandes lajedos encobertos por solo pouco espesso e constituindo um planalto entre os contrafortes da escarpa da Serra de São Francisco, área esta com grande quantidade de matações e rocha em exposição.

Dentre as diversas litologias presentes no Complexo São Francisco (Figura 1) serão descrita três fácies, definidas inicialmente como as mais propícias à exploração para fins de materiais de revestimento e designadas informalmente de “Amêndoas São Francisco”. Os principais aspectos petrográficos das variedades de interesse, encontram-se resumidos na Tabela 1.

		Amêndoas São Francisco			
Amostra		<i>Vermelho</i>	<i>Marrom Montês</i>	<i>Vermelho Anelar</i>	
Microclínio		45	45	47	
Oligoclásio		16	22	18	
Quartzo		33	28	31	
Biotita		5	5	4	
Anfibólio		1	-	-	
Acessórios	apatita		tr	tr	
	zircão	tr	tr	tr	
	titanita	-	tr	tr	
	allanita	-	tr	tr	
	fluorita	tr	tr	tr	
	opacos	tr	tr	tr	
Secundários	sericita	-	tr	-	
	clorita	-	tr	tr	
	epidoto	tr	-	-	
	carbonato	tr	tr	-	
	hidróxidos de ferro	-	tr	-	
Estrutura		isotrópico	isotópico	isotrópico	
Textura		porfírica	porfírica	porfírica	
Cor		vermelha	vermelha	vermelha	
Índice de cor		< 06	< 05	< 05	
Granulação (mm)	Matriz	grossa	grossa	média-grossa	
	fenocristal	Composição	FK	FK	FK
		Cor	vermelho	verm/branco	verm/branco
		Forma	subedrais-ovalados	subedrais-ovalados	subedrais-ovalados
		Tamanho Máx. (cm)	5	4	6
		Tamanho médio (cm)	2-3	3	2
		Porcentagem	<15	<20	25
Nº de microfissuras /mm ²		0,9	0,6	0,5	
Micro-fissuras (%)	Intracristalina	68	98,1	100	
	Intercristalina	32	1,9	0	
Contatos (%)	Côncavo/convexo	93,1	91,6	92,6	
	Reto	6,9	8,4	7,4	
Alteração Mineral		Alta	Alta	Média	
Classificação (QAP)		sienogranito	sienogranito	sienogranito	

TABELA 1: Sumário das características petrográficas dos principais tipos de Amêndoas São Francisco.

TABLE 1: Summary of the petrographic characteristics of the principal types of the Amêndoas São Francisco Granite.



PRANCHA 1: Fotos macroscópicas dos principais tipos de Amêndoas São Francisco: (A e B)- Marrom Montês; (C e D)- Vermelho Anelar; (E e F)- Vermelho.
 PLATE 1: Macroscopic photographs of the principal types of Amêndoas São Francisco granite: (A and B)- Montês Brownie; (C and D)- Anelar Red; (E and F)- Red.

Os tipos **Amêndoa São Francisco Rapakivi** (Marrom Montês, IPT, 2004) (Prancha 1A e 1B) e **Amêndoa São Francisco Rapakivi** (Vermelho Anelar) (Prancha 1C e 1D) correspondem às fácies sienogranito porfírico rapakivi grosso (F4) e sienogranito porfírico rapakivi médio (F5) constituída por rochas leucocráticas de coloração rósea e texturas rapakivi

caracterizadas por um manto de oligoclásio sobre os fenocristais de feldspato potássico, sejam eles bem definidos, homogêneos em todo o contorno ou às vezes irregulares e descontínuos.

Os fenocristais de feldspatos são subedrais a anedrais, com contornos parcialmente ovalados, entretanto, quando apresentam texturas rapakivi exibem basicamente formas

ovaladas. O plagioclásio é subedral em menores proporções e em raros fenocristais. Os cristais de quartzo são anedrais e intersticiais. Em alguns locais o quartzo é globular entre os megacristais, e em outras forma cordões juntamente com a biotita no contorno dos megacristais. Ambas as fácies mostram relações texturais e composicionais semelhantes, apresentando-se distintas quanto à granulação da matriz e tamanho médio dos fenocristais, características estas nem sempre constantes.

O tipo Amêndoa São Francisco Vermelho (Pranchas 1E e 1F) corresponde à fácies sienogranito porfirítica (F7) está representada por rochas hololeucocráticas a leucocráticas, apresentando coloração avermelhada, estrutura maciça, podendo localmente exibir feições sub-orientadas, em função de zonas de deformação tanto internas quanto extremas nas bordas do maciço. Caracterizam-se por exibirem uma granulação média, e pela riqueza em fenocristais principalmente de feldspato potássico com até 3 cm de tamanho, dos quais pequena parte exibe textura rapakivi. Em menor quantidade e tamanho, ocorrem

fenocristais de plagioclásio com tonalidades esbranquiçadas. O quartzo ocorre na forma globular e anedrais, individualizado ou sob forma de cordões ou agregados, moldando os fenocristais de feldspato potássico. A biotita apresenta-se em geral sob a forma de palhetas bem desenvolvidas ocorrendo isoladamente ou agrupadas, ou ainda, inclusas nos fenocristais de feldspato potássico.

ASPECTOS GEOQUÍMICOS

As análises geoquímicas das variedades litológicas (Tabela 2) devem-se a Godoy (1989) e Godoy *et al.* (1992) e foram realizadas no Laboratório de Geoquímica do DPM/IGCE/UNESP. Serão discutidas quanto ao padrão de distribuição dos elementos maiores com vista à caracterização dos litotipos rochosos possibilitando, assim, correlacioná-las à distribuição mineralógica e aos parâmetros físicos-mecânicos das rochas.

	Amostra	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
SF. M. Montês	SF-7	73,06	0,28	13,00	2,35	0,05	0,15	0,92	3,83	5,86	0,07
	SF-7	74,52	0,36	12,39	2,59	0,10	0,27	0,99	3,37	5,11	0,07
	SF-7	74,60	0,23	12,58	2,11	0,05	0,11	0,86	3,77	5,35	0,05
SF. V. Anelar	SF-8	78,78	0,22	11,63	1,83	0,04	0,05	0,74	2,96	3,74	0,01
	SF-8	78,92	0,08	12,39	2,20	0,09	0,07	0,57	2,85	3,46	0,01
	SF-8	77,51	0,32	14,47	2,26	0,08	0,08	0,92	2,60	3,52	0,01
SF. Vermelho	SF-9	74,50	0,43	11,43	0,46	0,02	0,32	0,58	3,32	5,35	0,05
	SF-9	74,70	0,50	11,55	0,44	0,03	0,39	0,74	3,45	5,37	0,05
	SF-9	76,00	0,11	11,84	2,58	0,07	0,01	0,63	3,00	4,82	0,04

TABELA 2: Análises geoquímicas de elementos maiores dos principais tipos de Amendoas São Francisco (Godoy, 1989; Godoy *et al.*, 1992).

TABLE 2: Geochemical analyses of major elements of the the principal types of the Amêndoas São Francisco Granite (Godoy, 1989; Godoy *et al.*, 1992).

O padrão de distribuição geoquímico quanto a SiO₂ (Figura 2A) demonstra que os litotipos são extremamente ácidos e restritos a um intervalo com valores elevados entre 73 % e 79 %, traduzindo-se em elevados valores de quartzo, o que, por sua vez, refletem na maior resistência ao desgaste destas rochas. Os valores TiO₂ (Figura 2B) são baixos e pouco variáveis nas fácies analisadas, devido às baixas porcentagens de minerais acessórios, como titanita e rutilo, minimizando a chance de manchas amareladas pontuais nas placas. Os teores de Al₂O₃ (Figura 2C) são típicos de rochas graníticas, sendo ligeiramente maior para as rochas mais enriquecidas em feldspatos.

Quanto ao Fe₂O₃ (Figura 2D) apresentam-se com valo-

res extremamente baixos, refletindo diretamente o caráter hololeucocrático das rochas, evidenciado pela pequena presença de magnetita, ilmenita, biotita e hornblenda, o que reduzirá os possíveis processos de geração de manchas avermelhadas por hidróxidos de ferro. Os valores de MgO e CaO (Figuras 2E e 2F) são também extremamente baixos, refletindo a pequena presença de máficos e raramente de hornblenda presentes nestas rochas.

Os valores de Na₂O (Figura 2G) e K₂O (Figura 2H) são fortemente elevados, característicos das rochas ácidas, e evidenciado pela expressiva quantidade de feldspatos alcalinos. Há pequenas diferenças entre os três tipos e os menores valores são apresentados pelo tipo Vermelho Anelar.

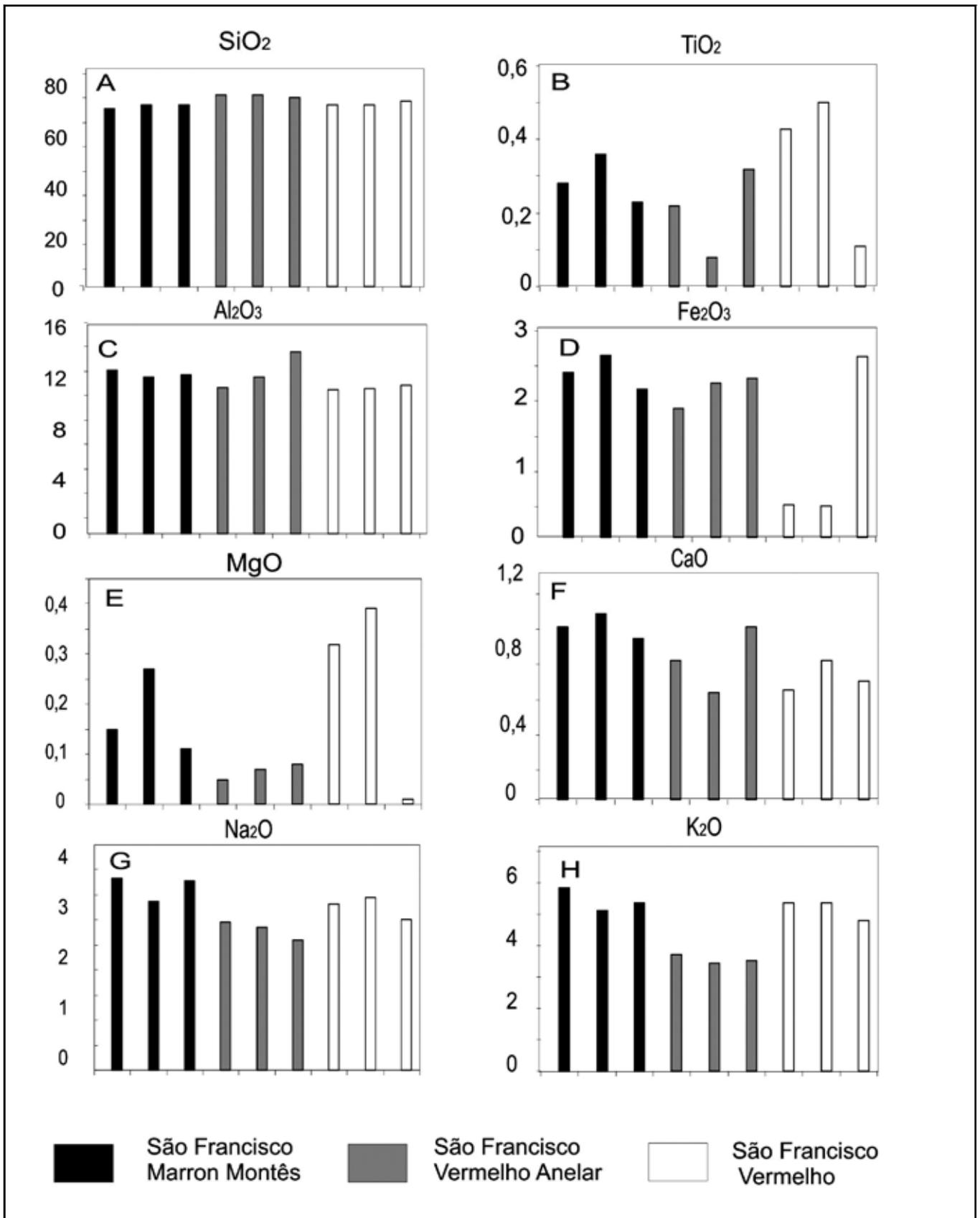


FIGURA 2: Distribuição dos elementos maiores dos principais tipos de Amêndoas São Francisco.

FIGURE 2: Major elements distribution of the principal types of the Amêndoas São Francisco Granite.

CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA

Os ensaios físicos-mecânicos e de alterabilidade foram realizados no Laboratório de Rochas Ornamentais do DPM/IGCE/UNESP/Rio Claro (SP) obedecendo aos procedimentos normativos apresentados pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e ASTM (*American Society for Testing and Materials*). Os dados obtidos foram comparados com os valores limítrofes para rochas graníticas sugeridos pela norma C-615 da ASTM (1999) e Frazão & Farjallat (1995), conforme a Tabela 3. A Figura 3 representa graficamente os resultados dos ensaios das variedades estudadas dos Amêndoas São Francisco.

Os índices físicos (*porosidade aparente*, *absorção d'água e massa específica aparente*) foram efetuados segundo a norma NBR 12766 (ABNT, 1992a). A *porosidade aparente* (Figura 3A), a *absorção d'água* (Figura 3B) e *massa específica aparente seca* (Figura 3C) variam em estreita faixa, sendo que o tipo Marrom Montês seguido do tipo Vermelho Anelar apresentam os melhores índices. Valores mais altos desses parâmetros apresentado pelo tipo porfirítico Vermelho, ocorrem em razão da transformação dos minerais feldspáticos mais acentuadas e diretamente vinculadas a granulação mais grossa da matriz desta rocha, já que os tipos apresentam feições porfíricas semelhantes e similaridade composicional entre as amostras analisadas.

O *desgaste abrasivo Amsler* (Figura 3D) seguiu a norma NBR 12042 (ABNT, 1992b) e apresentam os valores menores do limite máximo proposto por Frazão & Farjallat (1995). Observa-se que a pequena variação do desgaste entre as amostras guarda relação com a granulação da matriz, sendo que a rocha com matriz mais grossa apresenta menor desgaste. Estes bons valores são devidos aos elevados teores de quartzo e à baixa porcentagem de mica e/ou anfibólio. Por outro lado não se verifica relação entre o desgaste, a porcentagem e os tamanhos médios de fenocristais.

A determinação do *módulo de ruptura* (Figura 3E) seguiu os preceitos da norma NBR 12763 (ABNT, 1992c). Os valores obtidos ficaram próximos aos valores de referência adotados, sendo o tipo Marrom Montês o mais resistente. Comparando-se as três amostras pode-se dizer que as variações são devidas

principalmente a maior quantidade de fenocristais, a granulação maior da matriz e a porcentagem de microfissuramento e planos de clivagem dos fenocristais de feldspato.

Os valores de resistência à *compressão uniaxial simples* (Figura 3F), obtidos segundo a norma NBR 12767 (ABNT, 1992d), mostraram-se superiores aos limites de referência adotados. A quantidade relativamente maior de fenocristais e o microfissuramento dos fenocristais de feldspato mais elevado são os responsáveis pela tensão de compressão ligeiramente menor dos tipos Vermelho e Vermelho Anelar.

A *velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas longitudinais* (Vp) foi determinada com base na norma D 2845 (ASTM, 1990), nos corpos-de-prova submetidos aos ensaios de compressão uniaxial e módulo de ruptura (Tabela 3, Figuras 3G e 3H) As variações de Vp observadas para as três rochas estudadas estão relacionadas à interação de aspectos como microfissuramento e granulação, já que a mineralogia dessas rochas são muito semelhantes. O tipo Vermelho, com menor Vp, apresenta matriz com granulação grossa, maior microfissuramento (0,9 microfissuras/mm²) e maior quantidade de planos intercrystalinos, ao passo que o tipo Marrom Montês, com maior Vp, apresenta matriz com granulação média e menor densidade de microfissuras (0,6 microfissuras/mm²).

O *coeficiente de dilatação térmica linear* (Figura 3I), obtidos conforme a norma NBR 12765 (ABNT, 1992e), variaram entre 6,6 e 7,5 (10⁻³ mm/m°C) e são valores típicos para rochas graníticas (Rzhevsky & Novik, 1971).

Quanto aos aspectos dos *ensaios de resistência ao ataque químico* (Figura 3J), baseados no anexo H da norma NBR 13818 (ABNT, 1997), os resultados obtidos mostram que os tipos litológicos apresentam variações cromáticas (esmaecimento da cor original) e perda de brilho ocasionalmente acompanhada de pequenas e localizadas alterações dos minerais acessórios. Frente aos hidróxidos de potássio e de sódio as rochas exibiram maior perda de brilho (ao redor de 44% para os tipos Marrom Montês e Vermelho). Alterações minerais pontuais sobre as micas e porções argilizadas, foi observada após a exposição ao ácido clorídrico, sendo a perda de brilho associada, bastante variável.

	ASTM (1999)	Frazão & Farjallat (1995)	Amêndoas São Francisco		
			Marrom Montês *	Vermelho Anelar	Vermelho
Porosidade aparente (%)	n.e.	≤1,0	0,29	0,60	0,89
Absorção d'água (%)	≤0,4	≤0,4	0,11	0,23	0,34
Massa específica aparente seca (kg/m³)	≥2560	≥2550	2653	2650	2610
Desgaste abrasivo Amsler (mm)	n.e.	≤1,0	0,67	0,62	0,59
Modulo Ruptura (MPa)	≥10,34	≥10,0	12,33	9,327	7,753
Compressão uniaxial (MPa)	≥131	≥100	152,10	142,46	140,45
Vp (módulo de ruptura) (m/s)	n.e.	n.e.	5425,00	4613,02	4449,94
Vp (compressão uniaxial) (m/s)	n.e.	≥4000	ne	4508,12	4118,78
Coeficiente de dilatação térmica linear (10⁻³ mm/m °C)	n.e.	< 12	7,55	6,60	7,00

* Dados de IPT (2004), n.e.: não especificado

TABELA 3: Resultados dos ensaios tecnológicos dos principais tipos de Amêndoas São Francisco e valores especificados pela norma ASTM (1999) e Frazão & Farjallat (1995).

TABLE 3: Results from technological essays of the the principal types of the Amêndoas São Francisco Granite and specified values from ASTM norm (1999) and Frazão and Farjallat (1995).

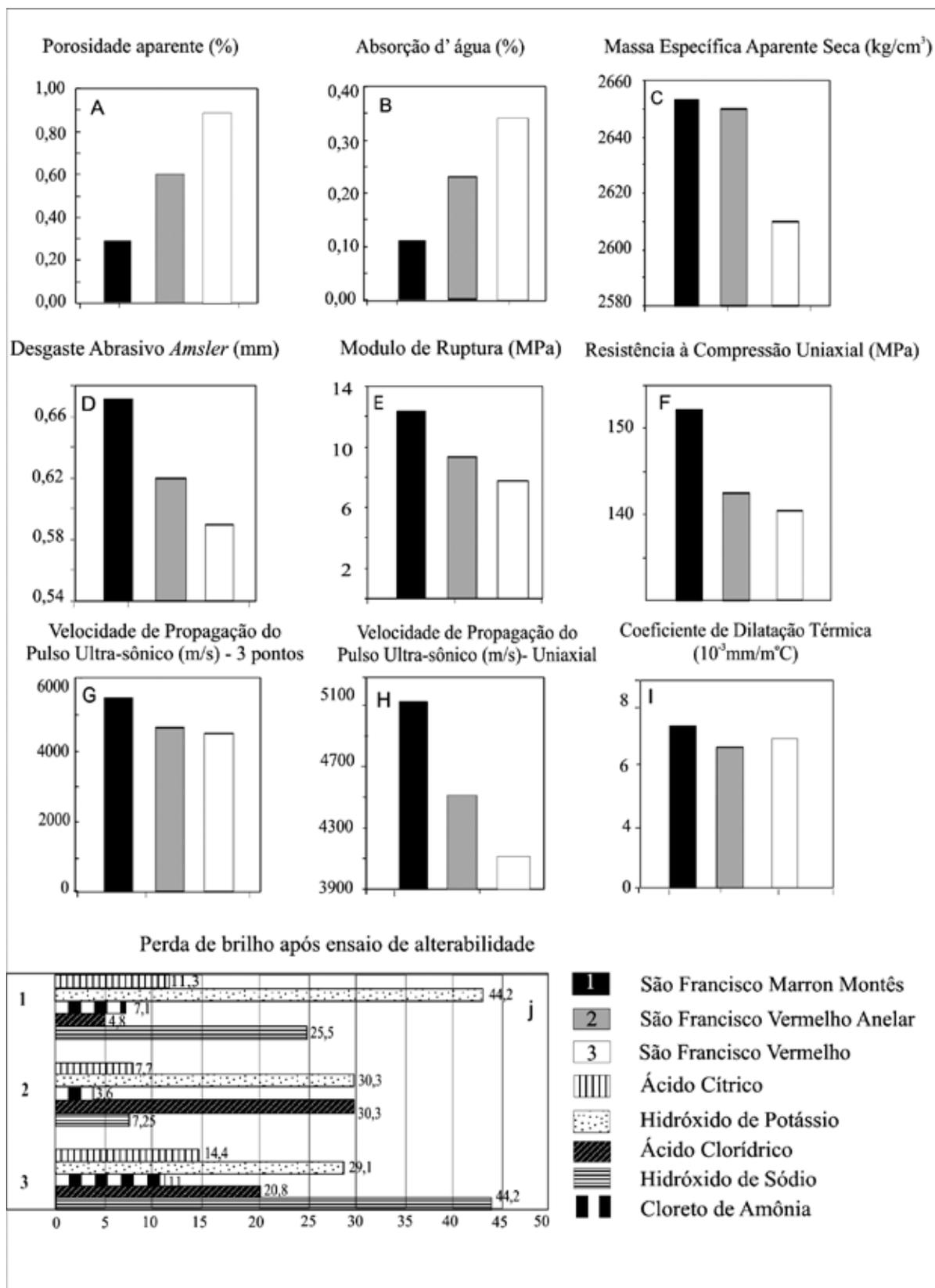


FIGURA 3: Ensaio tecnológicos dos principais tipos de Amêndoas São Francisco.

FIGURE 3: Technological essays of the principal types of the Amêndoas São Francisco Granite.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Complexo São Francisco apresenta variedades de rochas com texturas porfíricas e megaporfíricas, que definem diferentes padrões estéticos, dos quais, foram qualificados três tipos de rochas como favoráveis a exploração e comercialização como material para revestimento.

Apresentam composição dominante sienogranítica, predominantemente isotrópicos a levemente foliados, principalmente quando ocorrem próximos às zonas de cisalhamento que delimitam o maciço. As feições texturais que os distinguem entre si, são definidas por variações da granulação da matriz, porcentagem e tamanho de fenocristais. Composicionalmente distinguem-se por pequenas variações nos teores entre microclínio, quartzo, plagioclásio e raras biotitas.

As propriedades tecnológicas avaliadas para as três variedades indicam baixa/moderada absorção d'água e porosidade, com boa resistência mecânica (compressão uniaxial, módulo de ruptura) e ao desgaste abrasivo. Os resultados comparados aos valores de referência usualmente empregados mostram a viabilidade do uso dessas rochas como material para revestimento. Entretanto recomenda-se especial atenção quanto ao módulo de ruptura e a resistência à flexão dessas rochas quando o uso em fachadas for previsto. Uma solução tecnológica simples é o aumento da espessura das placas, que deve ser criteriosamente conduzido com base na normatização técnica específica.

Quanto aos aspectos texturais das variedades graníticas a granulação predominantemente porfírica, provoca, com ressalvas, o desgaste diferenciado em relação à resistência apresentada entre os feldspatos potássico e a matriz dos minerais da rocha. O desgaste apresenta-se mais acentuado nos tipos megaporfíricos e com maiores porcentagens de fenocristais, merecendo, portanto cuidados em áreas de alto tráfego.

Portanto, os parâmetros petrográficos e físicos-mecânicos encontram-se próximos, e às vezes superiores, aos valores médios sugeridos pela norma C-615 (ASTM, 1999) e por Frazão & Farjallat (1995), permitindo satisfatoriamente sua aplicação como revestimento de interiores e exteriores de edificações em pisos, paredes e fachadas, desde que observados, na fase de projeto, alguns quesitos importantes como a intensidade do tráfego, quando aplicado em pisos; e a espessura e dimensão das placas, quando aplicado em fachadas.

As variações cromáticas e a perda de brilho observadas nos ensaios de ataque químico desses tipos graníticos mostram a necessidade de planejamento e elaboração de orientações adequadas quanto a destinação, limpeza e a manutenção dessas rochas. De igual maneira a aplicação de resinas disponíveis no mercado pode ser considerada para preenchimento e vedação das eventuais cavidades provenientes de alteração dos feldspatos em argilominerais. A viabilidade desse recurso, bem como os resultados decorrentes, deve ser previa e adequadamente avaliada por ensaios específicos em trabalhos futuros.

A inserção desses materiais no mercado depende ainda da cubagem adequada das ocorrências estudadas e da instalação de empreendimentos especializados nesse ramo de atividades, algo que pode ser facilitado pela ótima localização geográfica da área estudada, pela infra-estrutura rodoviária e pela proximidade dos portos exportadores e de grandes centros urbanos como São Paulo, Campinas e Sorocaba.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pelo apoio recebido (processos 00/00762-8 e 03/02860-5).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1992a. *Rochas para Revestimento. Determinação da massa específica aparente, porosidade aparente e absorção d'água aparente*. 2p. (norma NBR 12766).
- ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1992b. *Materiais inorgânicos. Determinação do desgaste por abrasão*. 3p. (norma NBR 12042).
- ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1992c. *Rochas para Revestimento. Determinação da resistência à flexão*. 3p. (norma NBR 12763).
- ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1992d. *Rochas para revestimento. Determinação da resistência à compressão uniaxial*. 2p. (norma NBR 12767).
- ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1992e. *Rochas para Revestimento. Determinação do coeficiente de dilatação térmica*. 3p. (norma NBR 12765).
- ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1997. *Determinação da resistência ao ataque químico*. (norma NBR 13818 – Anexo H).
- ASTM-AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. 1990. D 2845. *Standard Test Method for Laboratory Determination of Pulse Velocities and Ultrasonic Elastic Constants of Rock*. Philadelphia, USA.
- ASTM-AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. 1992. *Standard specification for granite dimension stone*. 2p. (Standard ASTM C 615).
- FRAZÃO, E.B.; FARJALLAT, J.E.S. 1995. Características tecnológicas das principais rochas silicáticas brasileiras usadas como pedras de revestimento. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA PEDRA NATURA, 1, 1995, Lisboa, Portugal. *Atas...*Lisboa p. 47-58.
- GODOY, A.M. 1989. *Caracterização Faciológica, Petrográfica e Geoquímica dos Maciços Sorocaba e São Francisco, SP*. São Paulo, 1989. 221p. (Tese Doutorado, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo - USP).
- GODOY, A.M.; FIGUEIREDO, M.C.H. 1991. Mapeamento Faciológico e Petrográfico dos Maciços Granitoides São Francisco e Pirapora (SP). In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 2, 1991, São Paulo. *Atas...*São Paulo, SBG p. 139-145.
- GODOY, A.M.; WERNICK, E.; DIEFENBACH, K.W. 1992. Arquitetura e Ciclos Magmáticos do Complexo Rapakivi São Francisco, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, 1992, São Paulo. *Boletim...* São Paulo, SBG, v.1, p. 332-333.
- GODOY, A.M.; HACKSPACHER, P.C.; OLIVEIRA, M.A.F.; CASTRO, J. 1994. Geologia das Folhas Sorocaba, Brigadeiro Tobias e Sananduva, SP, em 1:25.000. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, 1994, Balneário de Camburiú. *Atas...* Balneário de Camburiú, SBG, v.3, p.97-80.
- GODOY, A.M.; HACKSPACHER, P.C.; OLIVEIRA, M.A.F. 1996. Geologia da Região de Sorocaba- SP. *Geociências*, **15**, (n. especial), 89-110.
- IPT- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. 2004. *A cadeia produtiva de Rochas Ornamentais e para revestimento no Estado de São Paulo*. Coordenado por Ivan S. de C. Mello. São Paulo: SCTDE. CDD-624.1832098161, p. 191.
- RZHEVSKY, V.; NOVIK, G. 1971. *The Physics of Rocks*. Moscow: MIR Publishers. 320p.