



Caracterização geológica e tecnológica de unidades gnáissicas e graníticas do SW de Mato Grosso para fins de exploração como rochas ornamentais ou de revestimento

J.A.Silva¹, A.M.Godoy¹, A.S.Ruiz² & L.M.B. de Araújo-Ruiz¹

1 Universidade Estadual Paulista, UNESP, jesuesilva@yahoo.com.br, mgodoy@rc.unesp.br, lmbar@rc.unesp.br

2 Universidade Federal do Mato Grosso, UFMT, asuriz@gmail.com

Abstract The study of the qualification as a dimension stone and covering of the granites and the oriented rocks of the southeast of the Mato Grosso, using the geological, petrographical and technological characterization aims to increase the offer of new varieties of dimension stones in the state. It also aims to propitiate the economic transformation of this mineral resource adding new esthetic varieties in according to technological patterns and adequate identifying and typology. Also contributes to the implantation and development of this productive chain and to the social and economical development of the state. In the studied areas located at the south region of the Mato Grosso state had been recognized fourteen rock types for dimension stones, including granites, gabbros and gneisses. The results obtained in the technological essays show that the rock parameters are sited inside the standard limits established by technical rules and obey satisfactorily the limit values fixed for granites in internal and external covering uses. Use of the black type requires some restrictions as in internal floors inside environments with high traffic or submitted to dusty emission, where they tend to loose their shine. Textural aspects also influence in the use of porphyritic varieties promoting differenced consuming between matrix and phenocrystals due to their resistance contrast. External use of rock types with higher porosity values needs special care mostly with liquid attack because de high absorption tax increases the alteration and damage processes reducing the esthetical qualities of the rock tiles.

Palavras-chave: Mato Grosso, rocha ornamental, caracterização tecnológica.

Keywords: Mato Grosso, dimension stone, technological characterization

INTRODUÇÃO Os estudos da qualificação como material ornamental e de revestimento de granitos e movimentados do sudoeste de Mato Grosso, a partir da caracterização geológica, geoquímica e tecnológica, objetiva, ampliar a oferta das rochas ornamentais do estado, com novas variedades estéticas que apresentem padronização das características tecnológicas, além da adequada identificação e tipificação das variedades, contribuindo para a implantação e desenvolvimento dessa cadeia produtiva de transformação.

O estado apresenta vastas áreas de exposição de rochas cristalinas, propícias à exploração para fins ornamentais e de revestimento. É, sem dúvida, um local extremamente promissor para a implantação e o crescimento desse produtivo setor mineral, embora ainda muito desconsiderado, além dos consequentes benefícios advindos com o desenvolvimento sócio-econômico do estado. Atualmente, é um dos menores produtores de rochas ornamentais do país, diante do imenso potencial natural de que dispõe da sua favorável posição geográfica no ocidente sul-americano. O interesse na exploração de rochas ornamentais no centro-oeste brasileiro é recente, apresentando como único trabalho o Catálogo de Rochas Ornamentais do Estado de Mato Grosso (DNPM 1999). Ressalta-se também o trabalho de uma única empresa

produtora, a “De Jorge Mineração Ltda.”, que nos anos de 1993 a 1995 beneficiou blocos oriundos do Granito São Vicente, o “Vermelho Pantanal”, e atualmente, no extremo noroeste de Mato Grosso no município de Rondolândia, situam-se as duas únicas jazidas de rochas ornamentais em atividade explorada pela “Gramazon Ltda.” de Rondônia, constituída pelo Granito Marrom, denominado de “Café da Amazônia” e o Granito Cinza Marrom, de “Prata da Amazônia”.

As áreas propostas para o estudo localizam-se na região sudoeste do Mato Grosso, que detêm um dos maiores tratos geológicos relativamente conhecidos, o que facilita a caracterização geológica-estrutural e tecnológica (físico-mecânico) das rochas, que demonstrem exequibilidade econômica de lavra.

ASPECTOS GEOLÓGICOS Os granitos e movimentados objetos deste estudo são relativamente conhecidos do ponto de vista geológico e demonstram clara exequibilidade econômica de lavra. Quanto aos aspectos geológicos regionais, as áreas pesquisadas situam-se no Cráton Amazônico e na entidade geotectônica pré-cambriana denominada de Faixa de Dobramentos Paraguai. Na Fig. 1 estão indicadas a localização das áreas de exposição das unidades geológicas estudadas.

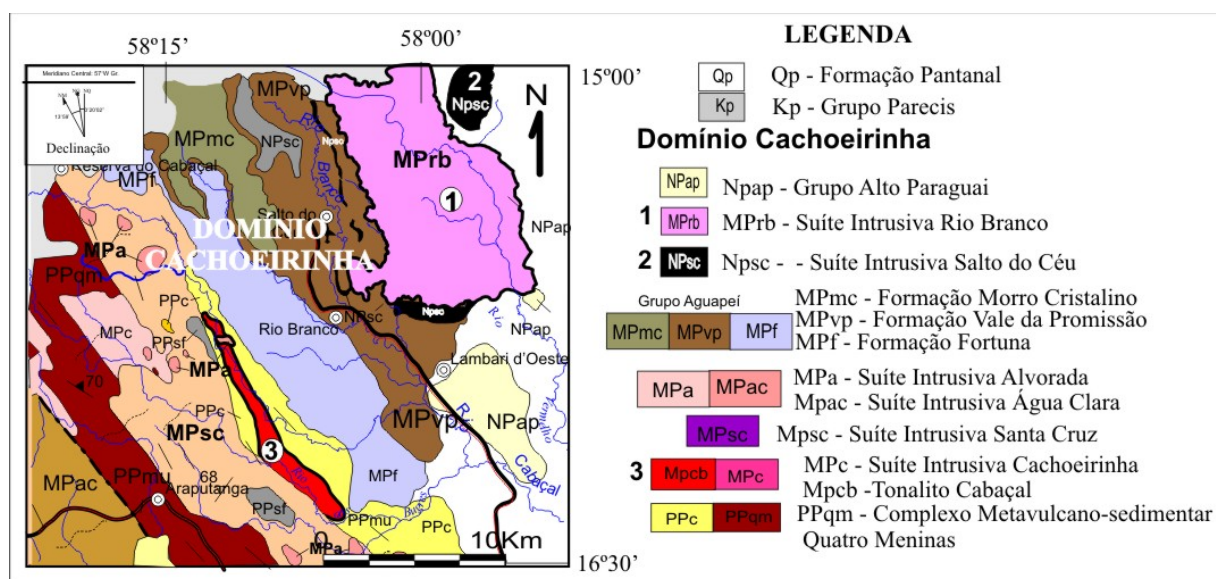


Figura 1. Mapa Geológico simplificado do estado de Mato Grosso e localização das rochas

A Suíte Intrusiva Rio Branco ocorre em uma faixa de direção norte-sul, com aproximadamente 75 km de comprimento e 30 km de largura e são representadas por duas associações principais, uma de composição granítica representada pelo Granito Rio Branco (1) e outra de composição gabróica (mais subordinada), onde ocorre o Gabro da Suíte Intrusiva Salto do Céu (2) (Araújo-Ruiz *et al.* 2005).

O Granito Rio Branco (1) constitui a associação granítica representante da Suíte Intrusiva Rio Branco, com três fácies identificadas em campo, sendo a mais comum a de composição sienogranítica seguida pela monzogranítica (Fig. 2) e mais raramente por composição granodiorítica. Em comum caracteriza-se pela textura porfirítica constituída por fenocristais de feldspato potássico e plagioclásio que não ultrapassam 2 cm e dispersos em uma matriz fina, e mais raramente os fenocristais de feldspatos potássico apresentam feições *rapakivi* com coroas de oligoclásio parcial ou totalmente envolvente. A fácies caracterizada é a de composição sienogranítica que se caracteriza pela presença de fenocristais de feldspato potássico subédricos, pertíticos, com inclusões de quartzo e discreta corrosão em suas bordas. Os plagioclásios exibem grãos subédricos, freqüentemente com alteração parcial. O quartzo constitui cristais anédricos com bordas corroídas e arredondadas. A biotita e hornblenda ocorrem em quantidades subordinadas e alterando-se comumente para clorita. A sericitização também é freqüente nos feldspatos alcalinos. Os acessórios principais são caracterizados pela apatita, zircão, titanita e ilmenita e os minerais de alteração são o epidoto e a sericita.

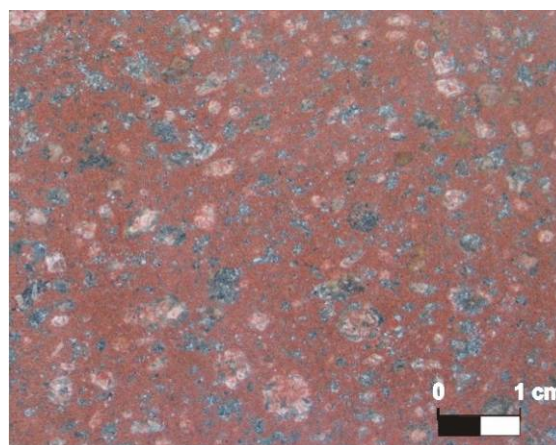


Figura 2. Aspectos de placas do Granito Rio Branco.

O Gabro da Suíte Intrusiva Salto do Céu (2) faz parte da Suíte Intrusiva Rio Branco (Fig. 3). Essa unidade litológica encontra-se restrito no extremo nordeste do Granito Rio Branco. São rochas porfiríticas de matriz fina de coloração preta, apresentando fenocristais de labradorita/andesina com dimensões maiores ou iguais a 8cm e apresentam comumente tonalidades amarelo-esverdeadas devido a intensa epidotização. É comum observar borda de reação nos cristais e no geral apresentam-se com inclusões de máficos, apresentam formas tabulares subeuhedricas a levemente ovaladas e corroídas mostrando que esses reagiram com a matriz. Ocorrem localmente em grandes concentrações dominando pelo menos dois tamanhos, os grandes fenocristais acima de 6 cm e uma fase menor ao redor de 2 cm. A matriz é muito fina, com estrutura compacta e de coloração preta constituída principalmente por plagioclásio e piroxênios (augita), tendo como minerais acessórios a ilmenita, titanita, apatita, óxidos, olivina, zircão e

minerais de alteração como carbonato, clorita e epidoto.

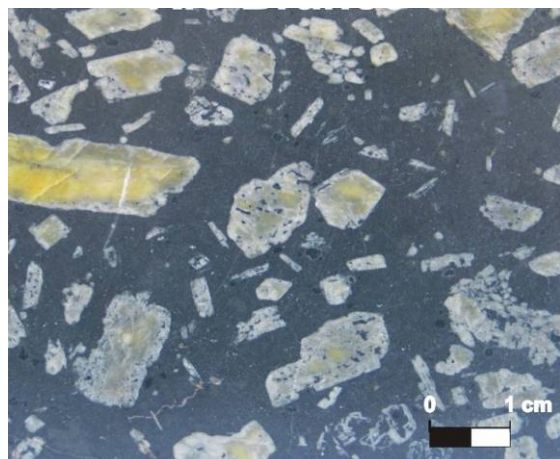


Figura 3. Aspectos de placas do Gabro da Suíte Intrusiva Salto do Céu

O Ortognaisse Cachoeirinha (3) corresponde a um corpo de ortognaisse cinza escuro a cinza rosado (Fig. 4), inequigranular, de granulação média a grossa, composição monzogranítica, apresentando um destacado bandeamento gnáissico definido pela alternância de leitos rosados dominado pela presença de feldspato potássico, plagioclásio e quartzo, composto predominantemente por biotitas, esporadicamente ocorrem hornblenda. No geral as feições gnáissicas transicionam para feições localizadamente migmatíticas, apresentando um caráter descontínuo para o bandeamento composicional (Godoy *et al.* 2004).

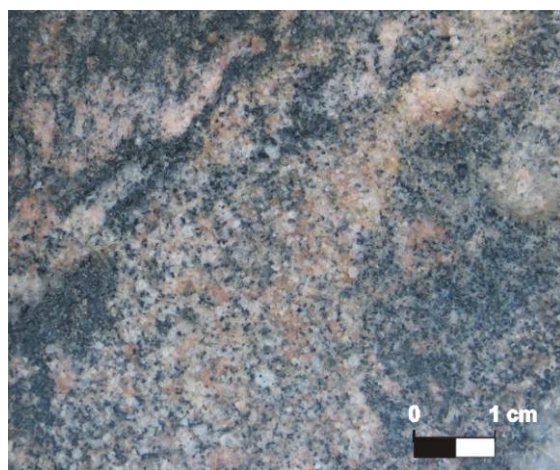


Figura 4. Aspectos de placas do Gnaiss Cachoeirinha

CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA As análises geoquímicas das variedades foram realizadas no Laboratório de Geoquímica do Departamento de Petrologia - IGCE/UNESP e serão discutidas quanto ao padrão de distribuição dos elementos maiores com vista à

caracterização dos litotipos rochosos, possibilitando assim, correlacioná-las à distribuição mineralógica, aos minerais de transformação ou de alteração e aos parâmetros físico-mecânicos das rochas e permitir assim a adequada identificação e tipificação das variedades estudadas, evitando designações genéricas e muitas vezes incorretas. Foram selecionadas na Tabela 1 as análises geoquímicas dos elementos maiores das fácies estudadas.

	1. Granito Rio Branco	2. Gabro Suíte Intrusiva Salto do Céu	3. Ortognaisse Cachoeirinha
SiO₂	71,77	47,64	69,73
TiO₂	0,42	2,70	0,31
Al₂O₃	12,91	18,70	15,18
Fe₂O₃	3,69	10,77	4,20
MgO	0,40	3,49	1,16
CaO	0,82	6,52	3,19
Na₂O	3,56	3,39	3,91
K₂O	5,30	3,22	1,57
MnO	0,07	0,11	0,04
P₂O₅	0,06	0,57	0,13

Tabela 1. Valores das análises de elementos maiores

O comportamento dos valores de SiO₂ (Fig. 5A) para as variedades mostra-se elevada para o Granito Rio Branco refletindo na maior resistência ao desgaste. A porcentagem TiO₂ (Fig. 5B) é variável, mas apresenta-se mais elevado para a Suíte Intrusiva Salto do Céu, com reflexos mineralógicos por meio da presença de minerais, como titanita e rutilo, podendo, portanto, refletir no processo de alterabilidade mais freqüente desses minerais e, conseqüente manchamento avermelhado e pontual das placas de revestimento.

Os teores de Al₂O₃ também apresentam diferenças significativas entre as diversas variedades (Fig. 5C), mostrando valores mais elevados para a Suíte Intrusiva Salto do Céu, razão da maior presença de minerais máficos. O Granito Rio Branco apresenta valores inferiores em função das rochas serem holo a leucocráticas. Esses valores elevados refletem na menor resistência e maior alterabilidade do tipo estudado.

Os teores mais elevados de Fe₂O₃ (Fig. 5D) estão diretamente correlacionados com os valores de Al₂O₃, no Suíte Intrusiva Salto do Céu, em razão das altas quantidades de piroxênio e/ou hornblenda biotita, enquanto nas demais rochas dominam as biotitas e conseqüentemente a presença destes minerais refletem no menor valor de resistência ao desgaste e representa fator importante no controle de alterabilidade dos tipos, resultando, portanto no Suíte Intrusiva Salto do Céu na maior facilidade de manchamento ao ataque de líquidos agressivos ou

mesmo ao ataque intempérico. Os teores mais elevados de MgO (Fig. 5E) e CaO (Fig. 5F) refletem a maior presença de piroxênio e/ou hornblenda presente no Suíte Intrusiva Salto do Céu apresentando portanto as mesmas facilidades e a maior alterabilidade e manchamento.

Os teores de Na₂O (Fig. 5G) e de K₂O (Fig. 5H)

são altos e típicos de rochas evoluídas para o Granito Rio Branco. Esse quimismo não representa um forte controle no comportamento físico-mecânico das rochas. Quanto as variações de MnO e P₂O₅ apresentam valores pouco expressivos, evidenciando valores mais elevados no Suíte Intrusiva Salto do Céu.

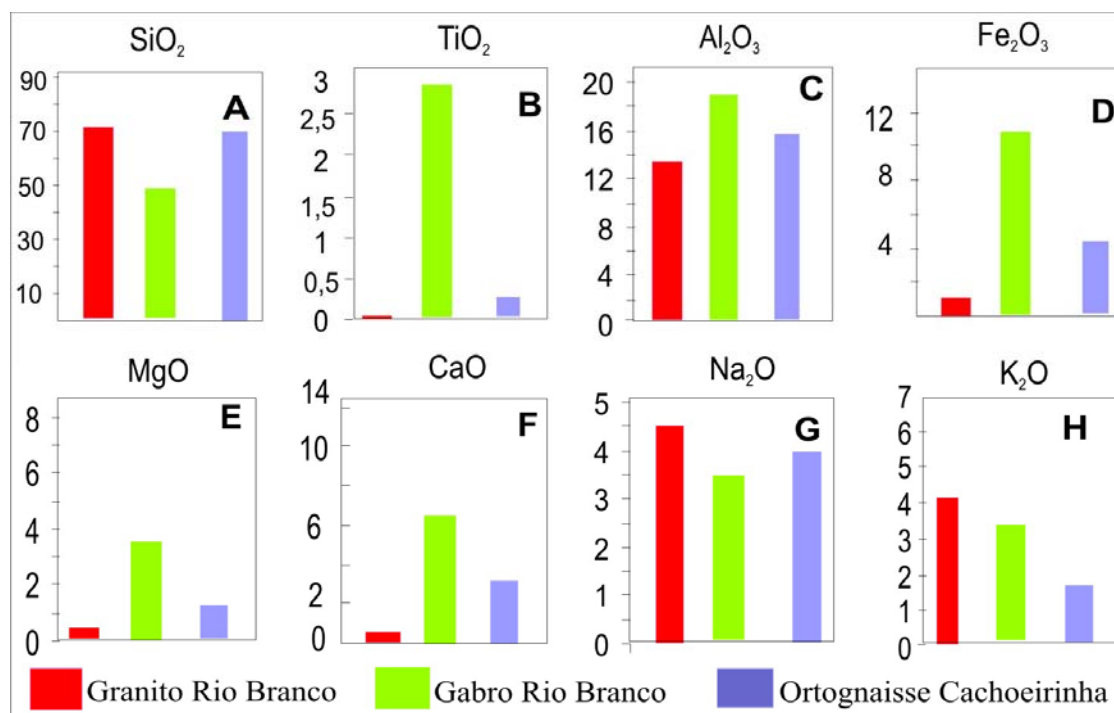


Figura 5. Distribuição dos elementos maiores das rochas graníticas e gnáissicas.

CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA Para a caracterização tecnológica das rochas foram realizados os principais ensaios para a determinação das propriedades físicas e mecânicas. As análises foram realizadas no Laboratório de Rochas Ornamentais do DPM/IGCE/UNESP e encontram-se na Tabela 1.

Os índices físicos quanto a *porosidade aparente* (Fig. 6A), a *absorção de água* (Fig. 6A) e *massa específica aparente seca* (Fig. 6B) apresentam valores mais elevados para o Granito Rio Branco e as demais apresentam os melhores índices. Valores mais altos desses parâmetros ocorrem em razão da transformação dos minerais feldspáticos mais acentuadas e diretamente vinculadas à granulação mais grossa da matriz dessa rocha e das diferenças composicionais.

	1	2	3
Porosidade aparente (%)	0,77	0,45	0,42
Absorção d'água (%)	0,29	0,16	0,16
Massa específica seca (kg/m ³)	2,6	2,85	2,68
Desgaste Amsler (mm)	0,6	0,61	0,65
Modulo Ruptura 3 pto (MPa)	15,29	10,382	17,42
Compressão uniaxial (MPa)	158,46	125,475	166,84
Vp (m/s) (compressão uniaxial)	5892,06	6305,21	5077,76
Vp (m/s) (módulo de ruptura)	5583,55	6707,61	5007,72
Coefficiente de dilatação termica (10 ⁻³ mm/m°C)	6,2	5,7	6,8

Tabela 1. Resultados dos ensaios físico-mecânico

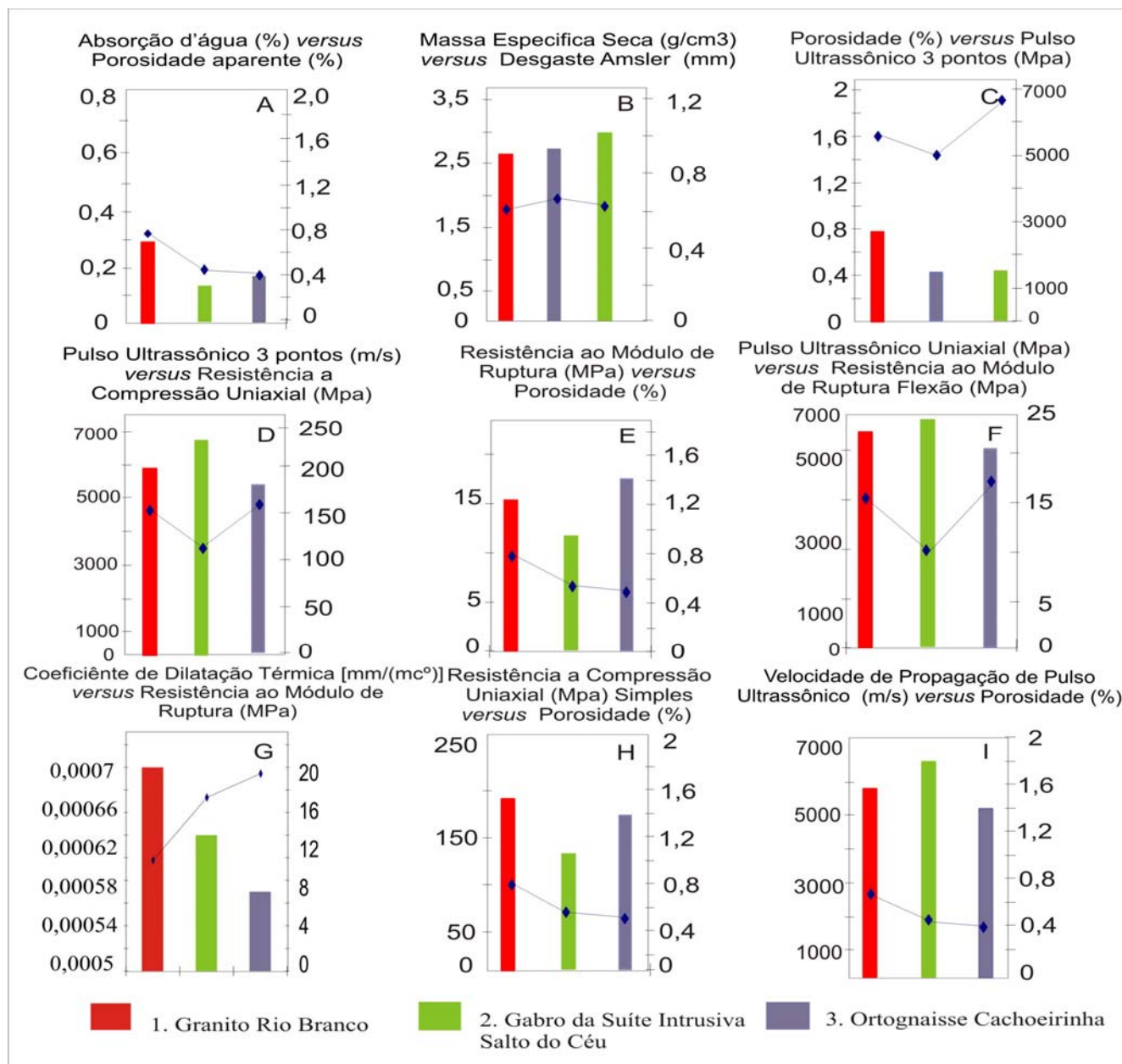


Figura 6. Diagramas comparativos dos ensaios físico-mecânicos.

O ensaio para determinação do *desgaste abrasivo Amsler* (Fig. 6B) apresentam os valores menores ao limite máximo proposto por Frazão & Farjallat (1995). Verifica-se que a pequena variação do desgaste observada entre as amostras guarda relação com a granulação da matriz, de modos que a rocha com matriz mais grossa apresenta menor desgaste. Por outro lado não se verifica valores mais acentuados em relação entre o desgaste, a porcentagem e os tamanhos médios de fenocristais.

Os valores da determinação do *módulo de ruptura* (Fig. 6E) ficaram próximos aos valores de referência adotados, sendo que o menor valor obtido para a Suíte Intrusiva Salto do Céu é devido principalmente a maior quantidade de fenocristais e a porcentagem de microfissuramento e planos de clivagem dos

fenocristais de feldspato e o maior valor deve-se principalmente a estrutura anisotrópica do Ortognaisse Cachoeirinha.

Os valores de resistência à *compressão uniaxial simples* (Fig. 6F) 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 pelo desempenho mecânico menor do Suíte Intrusiva Salto do Céu.

A *velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas longitudinais* (Vp) foi determinada nos corpos-de-prova submetidos aos ensaios de compressão uniaxial e módulo de ruptura (Figs. 6G e 6H). 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 é muito semelhante. O Ortognaiss Cachoeirinha, com menor (Vp), apresenta matriz com granulação grossa e anisotropia, ao passo que a Suíte Intrusiva Salto do Céu, com maior (Vp), apresenta matriz com granulação fina e composição mais máfica.

As determinações do *coeficiente de dilatação térmica linear* (Fig. 6I) variaram entre 6,6 e 7,5 (10^{-3} mm/m°C).

CONSIDERAÇÕES FINAIS As amostras estudadas incluem granitos e movimentados (gnaisses) oriundas das regiões do sul/sudoeste do estado do Mato Grosso, que apresentam aspectos composicionais, texturais e estéticos favoráveis a utilização como rochas ornamentais.

Os valores dos parâmetros mineralógicos, petrográficos e físico-mecânicos encontram-se próximos e às vezes superiores aos valores médios de rochas semelhantes e obedecem satisfatoriamente aos padrões limítrofes sugeridos por Frazão & Farjallat (1995).

Do ponto de vista tecnológico os materiais graníticos analisados apresentam bons resultados, que sugerem a aplicação desses em ambientes internos ou externos, como elemento de revestimento de pisos ou

fachadas. Para o tipo de matriz escura, como Salto do Céu devem ser observadas algumas restrições, como a utilização para piso internos em ambientes de alto tráfego ou sujeitos à emissão de poeira, os tipos mais escuros, devem ser evitados nessas situações pela tendência em realçar a perda de brilho.

Quanto aos aspectos texturais das variedades porfírica, provoca, com ressalvas, ao desgaste diferenciado em relação à resistência apresentada entre os fenocristais 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. Quando ao uso externo dos tipos de rochas com valores mais elevados de porosidade é necessário cuidado especial, principalmente o ataque de líquidos agressivos que, devido à alta absorção, potencializa os processos de alteração e manchamento, com redução da qualidade estética da placa.

Agradecimentos Ao apoio financeiro do CNPq (proc. 47.6258/2003-0).

Referências

- DNPM – DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. 1998. *Catálogo de rochas ornamentais do estado do Mato Grosso*. Coordenado por A. Rajab. Cuiabá: DNPM. 78p. (Publicação DNPM: CDD 553.098 1).
- FRAZÃO E.B. & FARJALLAT J.E.S. 1995. Características tecnológicas das principais rochas silicáticas brasileiras usadas como pedras de revestimento. In: *Atas 1º Congr. Internacional da Pedra Natura*. Lisboa, Portugal. p. 47-58.
- GODOY A.M., ARAÚJO-RUIZ, L.M.B. de, RUIZ A.S., SOUSA M.Z.A. de, MONTANO L.F.M. de. 2005. Caracterização Geológica e Geoquímica do Batólito Rapakivi Rio Branco, SW do Cráton Amazônico – MT. In: *X Congresso Brasileiro de Geoquímica E No II Simpósio de Geoquímica dos Países do Mercosul*, 2005, Porto de Galinhas, PE. *Atas...* Porto de Galinhas, Sociedade Brasileira de Geoquímica.
- GODOY A.M., QUADROS A.P., LEITE J.A.D., RUIZ L.M.B.A., RUIZ A.S., SOUSA M.Z.A., MATOS J.B., ARRAIS J.C.P. 2003. Caracterização Geológica, Geoquímica e Físico-Mecânica Preliminar de Granitos e Movimentados Vermelhos da Região Sul/Sudoeste do Estado de Mato Grosso, como potencial para Rochas Ornamentais e de Revestimento. In: *Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste*, 4º, 2003, Fortaleza - CE. *Anais...* Fortaleza - CE, Francisco Wilson Hollanda Vidal, 2003, v. 1, p. 106 - 117. ISBN 85-7227-173-2. CDD-553.