

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-MECÂNICA DO GRANITO ORNAMENTAL SERRA DO BARRIGA,
SOBRAL/CE:RESULTADOS PRELIMINARES

Irani Clezar Mattos¹, Antonio Carlos Artur² e José Araújo Nogueira Neto³

¹Geóloga do Programa SENAI de Apoio ao Setor de Rochas Ornamentais - SENAI/CE e Pós-Graduação UNESP. Rua Júlio Pinto, 1873 – Bairro Jacarecanga – 60.035-010 – Fortaleza – CE – E-mail: icmatos@sfiec.org.br

²Dpto de Petrologia e Metalogenia – DPM/IGCE/UNESP – Av. 24 A, 1515, B. Vista, 13506-900 – Rio claro, SP – E-mail: acatur@rc.unesp.br

³Universidade Federal do Ceará/DEGEO – Bloco 912 – Campus do PICI – Bairro PICI – 60.455-760 – Fortaleza – CE – E-mail:nogueira@ufc.br

RESUMO

São apresentados resultados de análises petrográficas e de caracterização tecnológica preliminares de quatro tipos de granitos ornamentais do *stock* da Serra do Barriga, localizado no município de Sobral, CE. As variedades exploradas correspondem a sienogranitos e monzogranitos, isotrópicos, e englobam termos petrográficos com texturas inequigranulares, de granulação média a grossa a megaporfíricas, colorações que variam entre rosa e branco, e comercializados sob as denominações de Rosa Iracema, Rosa Olinda, Branco Savana e Branco Cristal Quartzo.

Algumas correlações entre dados petrográficos e valores físico-mecânicos são diretas e evidentes, denotando clara interdependência entre os referidos parâmetros. Assim, os tipos petrográficos representados pelos tipos graníticos rosas apresentaram maior desgaste abrasivo, devido ao menor índice de quartzo. A correlação entre o índice de coloração e massa específica é direta para todas as amostras. Os granitos mais densos, mais resistentes à flexão e menos alterados são os rosas (Rosa Iracema e Rosa Olinda), confirmado pela correlação entre a velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas, massa específica e a resistência à flexão 3 e 4 pontos. Os resultados obtidos nos ensaios físicos e físico-mecânicos qualificam os granitos ensaiados como detentores de boa qualidade, cujos parâmetros tecnológicos apresentados são, no geral, superiores ou próximos aos valores limítrofes estabelecidos pela ASTM (1992) para utilização como rochas ornamentais e de revestimento em ambientes internos e externos de edificações.

INTRODUÇÃO

O emprego de rochas ornamentais como material de revestimento na construção civil, principalmente de fachadas e pisos, tem apresentado um crescimento significativo nas últimas décadas. Esta expansão, aliada ao considerável aumento na diversidade de materiais pétreos ofertados pelo mercado, tem demandado conhecimentos técnicos sobre o desempenho destes materiais frente às solicitações a que os mesmos estarão submetidos ao longo do tempo.

O conhecimento das propriedades físicas, físico-mecânicas e das características químico-mineralógicas das rochas ornamentais e de revestimento, constitui-se num fator de grande importância na melhor adequação do material ao ambiente de aplicação e, conseqüentemente, na prevenção do aparecimento de patologias associadas à degradação da rocha. Por outro lado, a crescente utilização dos parâmetros petrográficos das rochas nos últimos anos, através dos seus aspectos composicionais, mineralógicos e estruturais, na qualificação das rochas ornamentais tem contribuído significativamente para uma avaliação preliminar mais segura das características físico-mecânicas dos materiais pétreos e suas suscetibilidades em relação aos ambientes cada vez mais agressivos a que são submetidas.

Neste contexto, o presente trabalho apresenta dados de análises petrográficas e de caracterização tecnológica preliminares de granitos ornamentais do *stock* Serra do Barriga (CE). Os estudos visam, ainda, a correlação entre as principais características mineralógicas, texturais e estruturais das rochas estudadas com os resultados dos seus ensaios físico-mecânicos, objetivando o melhor entendimento da influência dos parâmetros petrográficos no comportamento tecnológico dos materiais pétreos.

O STOCK GRANÍTICO SERRA DO BARRIGA

O *stock* granítico Serra do Barriga está localizado na porção NNW do Estado do Ceará, aproximadamente 3 km à Norte do km 220 da BR 222. A área está enquadrada entre o município de Irauçuba e Forquilha nas localidades da Fazenda Palmeira e Fazenda Maurício, mas pertencente ao município de Sobral.

No contexto geológico regional, o referido granito situa-se na porção noroeste do DCC (Domínio Ceará Central) e está intrudido em duas grandes unidades: o Complexo Gnáissico-Migmatítico Indiferenciado de alto grau metamórfico (Arthaud *et al.*, 1986) e a Unidade Metassedimentar Cariré-Sobral composta por xistos, quartzitos, calciossilicáticas, paragnaisse e metacalcários dispostas em faixas alongadas. Uma destas faixas é cortada pela intrusão granítica pós-tectônica Serra do Barriga, conforme representado na figura 1.

A intrusão do granito Serra do Barriga deu-se, conforme Tavares Jr. (1992), a 482 ± 8 Ma. De acordo com as últimas datações U/Pb realizadas em cristais de monazitas do granito Rosa Iracema, a idade mínima obtida foi de $522,2 \pm 7,6$ Ma., sugerindo que os granitos da Serra do Barriga pertencem ao mesmo evento magmático de formação dos Granitos Meruoca e Mucambo.

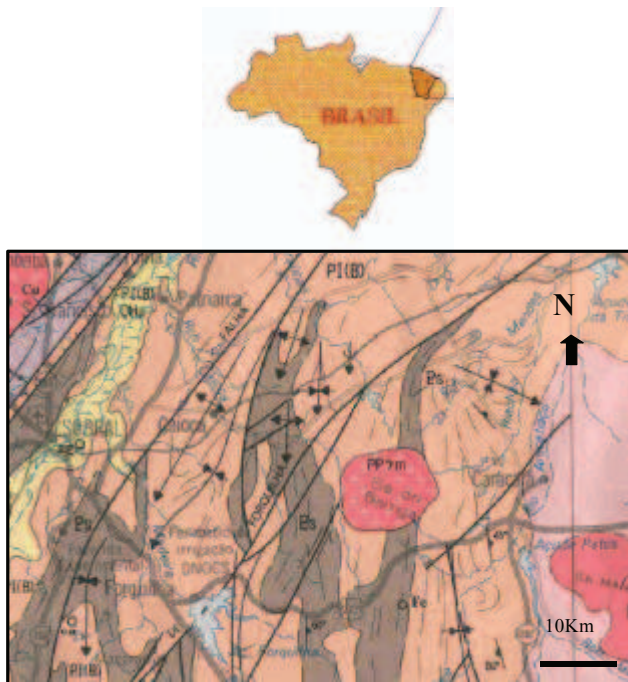
O corpo granítico Serra do Barriga possui extensão de aproximadamente 36 Km^2 , apresenta forma arredondada cujo diâmetro aproximado é de 6 km. É caracterizado como pós-tectônico, de natureza anorogênica, apresentando idade paleozóica. De acordo com sua geoquímica é classificado como peraluminoso tendendo a metaluminoso, peralcalino de alto potássio (Mattos *et al.*, 2003).

O stock granítico que compõe a Serra do Barriga possui caráter polintrusivo. Estas variadas texturas, cores e tonalidades no mesmo corpo granítico são resultantes da incorporação de novos pulsos magmáticos graníticos, bem como pela assimilação de xenólitos da encaixante e também por alterações pós-magmáticas e hidrotermais. Foram descritos vários tipos faciológicos, porém optou-se detalhar apenas os fácies explorados comercialmente, os quais geram maior interesse e, conseqüentemente, maior aplicabilidade dos resultados da pesquisa para a indústria de rochas ornamentais.

De forma abrangente, o stock Serra do Barriga é formado por granitos megaporfiríticos, apresentando padrões cromáticos bem caracterizados que variam entre tons de rosa e branco, sendo sua utilização como rocha ornamental amplamente reconhecida pela indústria. Este granito é composto por fenocristais de feldspatos alcalinos, quartzo e plagioclásios, em meio a uma matriz quartzo-felspática, com mica branca, clorita e biotita, hipidiomórfica. Subordinadamente, ocorrem termos inequigranulares de granulação média a grossa, hipidiomórficos.

Ocorrem enclaves máficos microgranulares arredondados e diques sin-plutônicos, constituídos por fenocristais de plagioclásio envoltos em uma matriz fina de hornblenda, biotita e quartzo, e xenólitos da encaixantes que ocorrem de modo restrito, sobretudo nas porções NE e NW do corpo granítico.

O corpo granítico apresenta, localmente, oscilações nas concentrações de feldspatos e máficos, modificando além do seu caráter megaporfirítico (presença de fenocristais de K-feldspato) a sua coloração devido à variação nas proporções dos minerais que constituem a matriz quartzo-felspática, de acordo com Sauerbronn (2003).



$03^{\circ} 50' / 40^{\circ} 40'$

Figura 1 - Localização e Mapa Geológico-Estrutural da área onde está inserido o Granito Serra do Barriga mostrando a estrutura circular do corpo granítico e suas rochas encaixantes. Legenda:PI(B) Complexo Gnáissico-Migmatítico Indiferenciado; Ps - Unidade Metassedimentar Cariré-Sobral; PPym-Granitóides tipo Meruoca (Serra do Barriga). (Modific. de Cavalcante, et al. 1983)

PETROGRAFIA DOS TIPOS GRANÍTICOS ESTUDADOS

A variação faciológica encontrada no Granito Serra do Barriga permitiu a individualização de quatro tipos graníticos, comercialmente conhecidos por Rosa Iracema, Rosa Olinda, Branco Savana e Branco Cristal Quartzo. No Quadro 01 estão apresentados de forma resumida os dados para comparação das características petrográficas entre os fácies do Granito Serra do Barriga.

- **Rosa Iracema** – Considerando-se uma faixa da composição modal, pode ser classificado como Sienogranito (granito 3a de Le Maitre, 1989). Apresenta coloração rosa, granulação grossa, é holocristalina e exibe textura inequigranular hipidiomórfica, variando localmente para granular xenomórfica. É composto por microclina, quartzo, plagioclásio, micas e anfibólios. Minerais acessórios são representados por zircão, titanita, allanita, epidoto, apatita, fluorita e opacos, os minerais produtos de alteração são argilo-minerais e carbonatos. Possui uma variação em torno de 10 a 15% nos minerais máficos e de 20 a 30% nos cristais de quartzo. O microfissuramento varia entre médio a baixo, com fraturas intergrãos que se concentram nos limites dos cristais.
- **Rosa Olinda** – Pode ser classificado como Biotita Granito Pórfiro (granito 3b de Le Maitre, 1989). Diferencia-se dos outros fácies, pela textura hiatal, com pórfiros de K-feldspato distribuídos numa matriz quartzo-feldspática com máficos, gerando tons de rosa acinzentado. A mineralogia é muito semelhante ao Rosa Iracema: granulometria grossa com matriz quartzo-feldspática, fenocristais subédricos de microclina, quartzo em grandes cristais individuais, plagioclásio e biotita. O microfissuramento é interminerais entre contatos e clivagens, com intercomunicabilidade, mas a maioria das microfissuras é preenchida. A alteração para

argilominerais é comum, assim como alterações de óxido de ferro, que geram aspecto turvo aos feldspatos. A microclina pertítica é encontrada em megacristais com evidente borda de reação e/ou zoneamento composicional.

- **Branco Savana** - Possui composição que permite classificá-lo como Monzogranito (granito 3b de Le Maitre, 1989). Apresenta cor branco-acinzentada e granulação grossa. A textura é granular hipidiomórfica variando entre média a grossa. A rocha é inequigranular, com porções porfíricas, formada por quartzo, plagioclásio, microclina, biotita e muscovita secundárias, além de epidoto e minerais acessórios como zircão, clorita, fluorita, argilo-minerais e opacos. Observam-se ainda, microfraturamentos intragranulares, principalmente nos feldspatos e cristais de quartzo em agregados anedrais com baixa intercomunicabilidade. Apresenta grau de alteração variando entre médio a alto, caracterizado pelas alterações sobre plagioclásios e k-feldspatos.
- **Branco Cristal Quartzo** – Este fácies não foi classificado. Apresenta coloração branca acinzentada. Granulação grossa com porções porfíricas e matriz com granulação média. A rocha mostra indícios de alteração hidrotermal (mica branca substituindo biotita e clorita). A mineralogia compreende quartzo, k-feldspato, plagioclásio, sericita, mica branca e biotita e fluorita. São comuns fenocristais de microclínio com inclusões de plagioclásio; albitas com mica branca e argilo minerais, ocorrem biotitas associadas à: alanita, anfibólio, zircão, titanita, rutilo e mica branca. As microfissuras são mais freqüentes no interior nos cristais de quartzo e apresentam baixa intercomunicabilidade. O grau de alteração é elevado e caracteriza-se pelo grande teor de sericita sobre os plagioclásios e k-feldspatos.

Quadro 01: Caracterização Petrográfica dos fácies do Granito Serra do Barriga – mb = mica branca

CARACTERÍSTICAS	ROSA IRACEMA	ROSA OLINDA	BRANCO SAVANA	BRANCO CRISTAL QUARTZO
COLORAÇÃO	Rosa	Rosa acinzentado	Branco-acinzentado, com matriz amarelada	Branco acinzentado
TEXTURA	Inequigranular a megaporfírico	Megaporfírico Serial c/ matriz inequigranular	Inequigranular a megaporfírico	Inequigranular c/ porções megaporfíricas
GRANULAÇÃO	Grossa	Grossa (matriz média)	Média a Grossa	Grossa (matriz média)
QUARTZO	26%,	25%	38%	34%
K-FELDSPATO	38%,	35%	30%	28%
PLAGIOCLÁSIO	26%,	20%,	26%	23%
BIOTITA E MICA BRANCA	7%	10% Biotita	6%	5% mb, 4% Biotita, 6% sericita
MINERAIS ACESSÓRIOS	Anfibólio, zircão, titanita, allanita, epidoto, apatita, fluorita e opacos	Anfibólio, zircão, titanita, apatita, fluorita e opacos	epidoto, zircão, clorita, fluorita, argilo-minerais e opacos	Fluorita, Biotitas assoc.c/ alanita, anfibólio, zircão, titanita, rutilo e mb
ESTADO MICROFISSURAL	Moderado.	Moderado	Moderado	Moderado
ALTERAÇÃO MINERAL	Feldspatos com sinais de argilo-minerais	Baixa. Anfibólios e biotitas inalterados	Moderada. Argilo-minerais sobre plagioclásios e k-feldspatos.	Moderada. Argilo-minerais sobre plagioclásios e k-feldspatos.
CLASSIFICAÇÃO	Granito inequigranular grosso	Biotita sienogranito megaporfírico	Granito Inequigran. médio-grosso	Granito Inequigran. grosso

ENSAIOS TECNOLÓGICOS

Os quatro tipos de granitos ornamentais caracterizados petrograficamente foram submetidos a ensaios de caracterização tecnológica. Os ensaios realizados foram: índices físicos (massa específica seca e saturada aparentes, absorção d' água aparente e porosidade aparente), resistência à compressão uniaxial, resistência à flexão 3 pontos, resistência à flexão 4 pontos, desgaste abrasivo Amsler, resistência ao impacto de corpo duro e velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas. Todos os ensaios foram executados de acordo com normas específicas da ABNT e da ASTM para rochas ornamentais.

Os dados de caracterização tecnológica dos granitos Serra do Barriga foram realizados anteriormente nos laboratórios da Divisão de Tecnologia Mineral (DITEM) do NUTEC, em Fortaleza/CE, entre os anos de 1989 e 2001 a pedido das empresas que comercializam os granitos.

Estes resultados foram compilados do Catálogo de Rochas Ornamentais do Ceará (CD-ROM) e apresentam valores normais de massa específica, porosidade aparente, absorção d'água aparente, impacto de corpo duro e compressão uniaxial simples. Estes valores estão apresentados no quadro 02 e podem ser comparados com os dados obtidos no Laboratório de Ensaios de Rochas Ornamentais do IGCE/UNESP mostrados no quadro 03.

São apresentados também no quadro 02 os valores limites para rochas silicáticas especificados pela Norma ASTM (1992) e os sugeridos por Frazão & Farjallat (1995) para efeito de análise e comparação com os dados obtidos dos laboratórios.

Quadro 02 - Valores médios dos ensaios apresentados pelas empresas e dos ensaios realizados com as rochas amostradas para pesquisa e valores limites especificados pela Norma ASTM e sugeridos por Frazão & Farjallat (1995).

ROCHA /Ensaio	M.E.Se kg/m ³	M.E.Sa. kg/m ³	P.A %	A.A %	D.A mm.	R.I. cm.	F.L. Mpa.	C.U. Mpa.
Rosa Iracema	2.64	2.64	0,34	0,13	0,63	61,3	11,4	110,9
Rosa Olinda	2.65	2.66	0,47	0,18	0,74	61,3	7,1	95,2
Branco Savana	2.62	2.62	0,27	0,10	0,57	65,0	5,7	94,6
Branco Cristal Quartzo	2.60	-	0,36	0,16	0,45	56,3	17,7	157,2
ASTM	≥ 2.56	≥ 2.56	n.e.	≤ 0,4	n.e.	n.e.	≥ 10,34	≥ 131,0
F & F (1995)	≥ 2.55	≥ 2.56	≤ 1,0	≤ 0,4	≤ 1,0	≥ 40,0	≥ 10,0	≥ 100,0

Fonte: American Society for Testing and Materials – ASTM (1992). F&F: Frazão & Farjallat (1995)

Nota: n.e. – Não Especificado • M.E. Se= Massa Específica Aparente Seca; • M.E. Sa= Massa Específica Aparente Saturada; • P.A.= Porosidade Aparente; • A.A.= Absorção d'Água; • R.I. = Resistência ao Impacto; • F.L.= Flexão 3Pontos • D.A.= Desgaste de Amsler para percurso de 1.000 metros; • C.U.= Compressão Uniaxial.

O quadro 03 resume os resultados dos ensaios físicos e físico-mecânicos realizados no Laboratório de Ensaios Tecnológicos do Departamento de Petrologia e Metalogenia do IGCE –

UNESP, com exceção do ensaio de resistência ao impacto de corpo duro, o qual foi executado no DITEM NUTEC – Fortaleza/CE para amostras secas e saturadas.

Quadro 03: Resultados dos ensaios tecnológicos em amostras secas e saturadas do Granito Serra do Barriga: RI - Rosa Iracema, RO - Rosa Olinda, BS - Branco Savana, BCQ - Branco Cristal Quartzo.

ENSAIOS		RI	RO	BS	BCQ
Índices Físicos	Massa específica aparente seca (kg/m3)	2.62	2.63	2.61	2.62
	Massa específica aparente saturada (kg/m3)	2.63	2.64	2.62	2.62
	Porosidade aparente %	0.87	0.88	0.91	0.80
	Absorção d' água aparente %	0.33	0.33	0.35	0.31
Resistência à Compressão Uniaxial (Mpa)		146.3	145.2	168.6	172.2
Resistência à Compressão Uniaxial (Mpa) SATURADA		126.9	125.1	152.0	175.9
Módulo de Ruptura (método 3 pontos) (MPa)		10.44	11.80	9.60	8.13
Módulo de Ruptura (método 3 pontos) (MPa) SATURADA		11.09	12.09	9.87	9.76
Resistência à Flexão 4 Pontos) (MPa)		7.23	7.58	7.00	7.11
Resistência à Flexão 4 Pontos) (MPa) SATURADA		7.86	6.91	6.08	7.24
Desgaste Abrasivo Amsler (mm)		0.84	0.71	0.62	0.67
Desgaste Abrasivo Amsler (mm) SATURADA		0.61	0.64	0.79	0.63
Resistência ao Impacto de Corpo Duro (cm)		65.0	51.7	55.8	61.7
Resistência ao Impacto de Corpo Duro (cm) SATURADA		55.8	55.8	59.2	64.2
Velocidade de Propagação de Ondas Ultra-sônicas (m/s)		4382	4820	4187	4067
Veloc. Propagação de Ondas Ultra-sônicas (m/s) SATURADA		5487	5544	4995	5005

ÍNDICES FÍSICOS

Na figura 2 estão apresentados os valores médios de massa específica aparente seca e saturada das rochas do Granito Serra do Barriga. Os granitos rosas (Rosa Olinda e Rosa Iracema) apresentam valores maiores de massa específica, enquanto que o granito Branco Savana possui a menor densidade. Isto se deve ao maior teor de minerais máficos encontrados nos granitos rosas, sobretudo no Rosa Olinda, que é o granito mais denso.

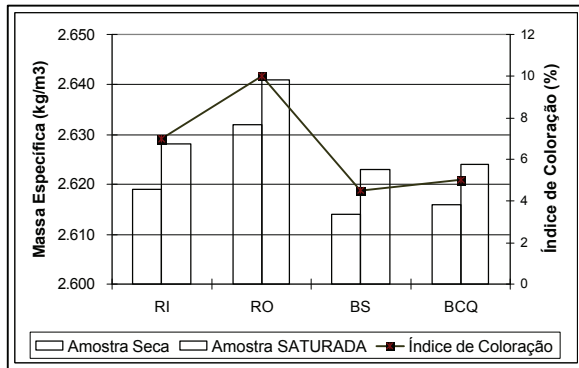


Figura 2. Correlação entre índice de coloração e massa específica aparente seca e saturada dos granitos estudados. RI – Rosa Iracema, RO - Rosa Olinda, BS – Branco Savana, BCQ – Branco Cristal Quartzto

Conforme observado através da figura 3, os valores de porosidade e absorção de água são bastante próximas para os quatro tipos de granitoides estudados e os situam, respectivamente, entre 0,8 e 0,9% e 0,31 a 0,35. O Branco Cristal Quartzto corresponde, apesar da pequena diferença, ao material com os menores índices de porosidade e de absorção de água, o que pode estar relacionado a uma melhor malha intersticial do quartzo gerada pelos efeitos hidrotermais nos estágios submagmáticos, o que estaria concordante com sua maior resistência à compressão uniaxial (Figura 4).

Os valores de porosidade e de absorção de água acima referidos permitem qualificar os granitos como adequados para o uso como rochas ornamentais, de acordo com os parâmetros definidos pela norma ASTM (1992) e os sugeridos por Frazão e Farjallat (1995).

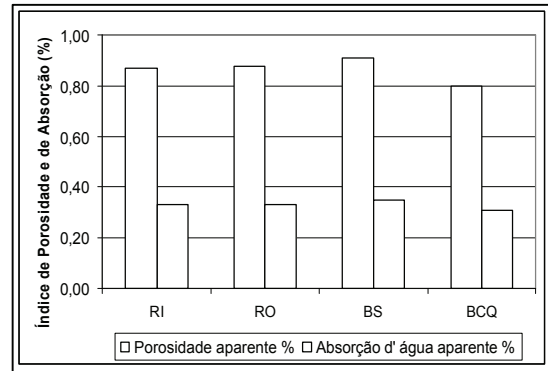


Figura 3 – Valores médios do índice de porosidade aparente e de absorção de água. RI – Rosa Iracema, RO - Rosa Olinda, BS – Branco Savana, BCQ – Branco Cristal Quartzto

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAXIAL SIMPLES

O gráfico da figura 4 apresenta os valores obtidos para a resistência à compressão uniaxial e mostram que os granitos brancos são mais resistentes em relação aos granitos rosas. A saturação diminuiu relativamente pouco a resistência das amostras.

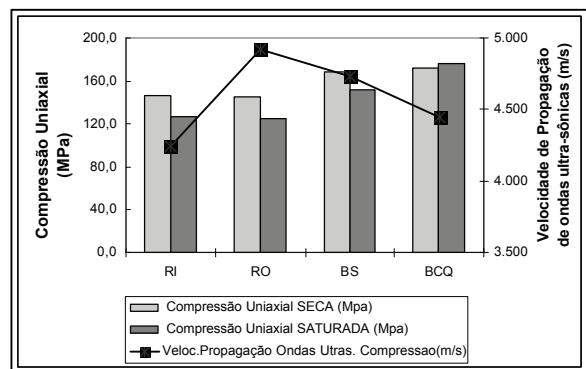


Figura 4 – Valores médios de resistência à compressão uniaxial do granito Serra do Barriga em amostras secas e saturadas correlacionadas com a velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas. RI – Rosa Iracema, RO - Rosa Olinda, BS – Branco Savana, BCQ – Branco Cristal Quartzto

RESISTÊNCIA À FLEXÃO

- Método 3 Pontos

O diagrama da figura 5 mostra que a resistência à flexão 3 Pontos é maior nos granitos rosas e indica que a saturação é pouco representativa no comportamento dos materiais ensaiados. O granito Rosa Olinda e o Rosa Iracema apresentam os valores mais altos, provavelmente devido ao seu bom engrenamento mineral entre fenocristais e matriz. A menor resistência registrada nos granitos brancos reflete, provavelmente, os processos de alteração hidrotermal e moderado efeito de argilo-mineralização sobre cristais de feldspatos, detectados nas análises petrográficas.

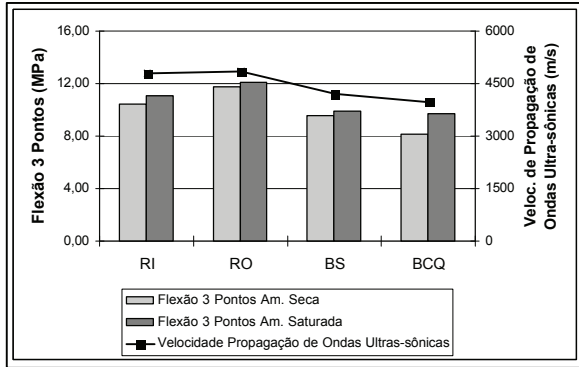


Figura 5 – Valores médios de resistência à flexão do granito Serra do Barriga em amostras secas e saturadas, correlacionados com velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas. RI:Rosa Iracema, RO:Rosa Olinda, BS:Branco Savana, BCQ:Branco Cristal Quartzo

- Método 4 Pontos

No gráfico da figura 6 encontram-se representados os valores obtidos nos ensaios de resistência à flexão 4 pontos. Confirmando o que ocorre para o ensaio de resistência a três pontos, os granitos rosas mostram-se mais resistentes, com os granitos brancos exibindo variações menores e valores muito próximos entre si. O valor pouco inferior exibido pelo granito Branco Savana relaciona-se aos efeitos de alterações representados por micas e argilo-minerais.

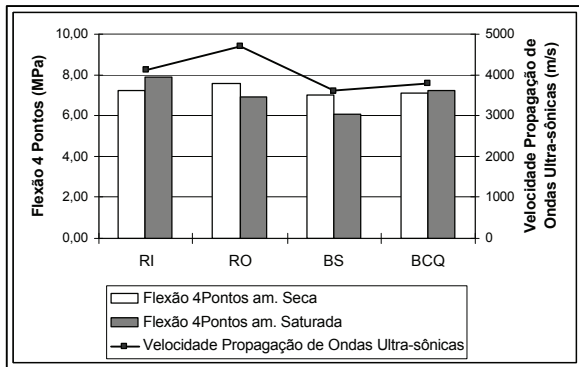


Figura 6 – Valores médios de resistência à flexão quatro pontos do granito Serra do Barriga em amostras secas e saturadas, correlacionadas com a velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas. RI – Rosa Iracema, RO - Rosa Olinda, BS – Branco Savana, BCQ – Branco Cristal Quartzo

DESGASTE POR ATRITO OU AMSLER

Os granitos rosas apresentam as menores resistências ao desgaste abrasivo (Figura 7), refletindo seus menores teores de quartzo em relação aos granitóides brancos. O valor do desgaste abrasivo possui uma relação inversamente proporcional ao teor de quartzo, pois este mineral com dureza 7 na escala de Mohs, altamente abrasivo, impõe maior resistência ao desgaste das rochas em relação àquelas mais enriquecidas em feldspatos, de

dureza 6 . Esta relação ocorre de modo coerente nos granitos estudados.

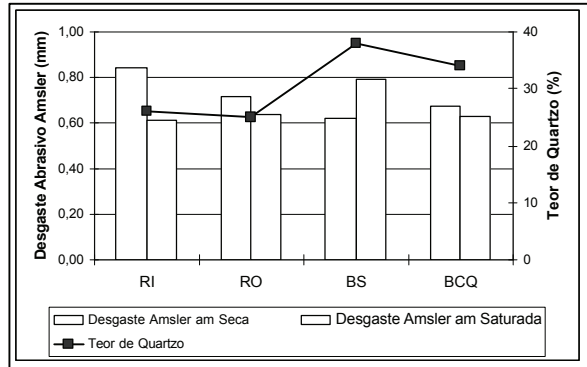


Figura 7 – Valores médios de desgaste em milímetros do granito Serra do Barriga em amostras secas e saturadas, associados ao Teor de quartzo nas amostras. RI:Rosa Iracema, RO:Rosa Olinda, BS: Branco Savana, BCQ:Branco Cristal Quartzo

RESISTÊNCIA AO IMPACTO DE CORPO DURO

O diagrama da figura 8 mostra que o granito Rosa Olinda é o menos resistente, provavelmente por sua estrutura megaporfírica. Os granitos não apresentam grandes variações entre amostras secas e saturadas, com exceção do granito Rosa Iracema (RI), que teve sua resistência ao impacto levemente reduzida, provavelmente por sua maior absorção, como observado nas figuras 3 e 8. Porém a amostra seca do granito Rosa Iracema é a rocha que apresenta maior resistência ao impacto.

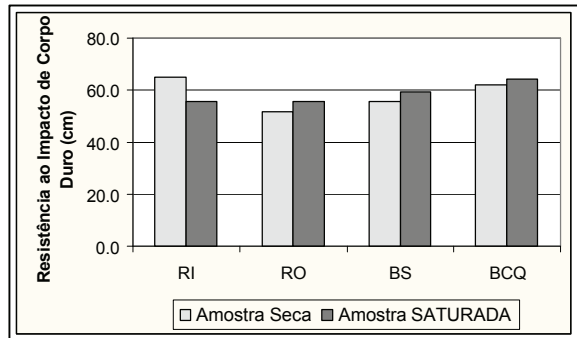


Figura 8 – Valores médios de resistência ao impacto de corpo duro em amostras secas e amostras saturadas. RI – Rosa Iracema, RO - Rosa Olinda, BS – Branco Savana, BCQ – Branco Cristal Quartzo

CORRELAÇÃO ENTRE ASPECTOS PETROGRÁFICOS E DADOS TECNOLÓGICOS

De acordo com Artur *et al.* (2001), algumas correlações entre dados petrográficos e valores físico-mecânicos são diretas e evidentes. Incluem-se nesta categoria o grau de microfissuramento em relação às porcentagens de porosidade e absorção d'água das rochas e a velocidade de propagação de ondas ultra-

sônicas que se propagam mais rapidamente em rochas menos alteradas e com melhor entrelaçamento mineralógico. Outra correlação importante é a resistência ao desgaste abrasivo (ensaio Amsler) com a concentração de quartzo na rocha. Existe também inter-relação do índice de coloração das rochas com a massa específica aparente, pois a densidade da rocha é diretamente proporcional ao índice de minerais máficos.

Os parâmetros petrográficos dos quatro granitos estudados encontram-se reunidos no quadro 01 e permitem estabelecer correlações com os resultados de alguns de seus ensaios físico-mecânicos, tais como: índices de coloração com os valores de massa específica; índices de quartzo com os dados obtidos nos ensaios de desgaste Amsler.

A correlação do índice de coloração com a massa específica (figura 2) mostra-se direta para todos os fácies. Os fácies rosas apresentam menor índice de quartzo, quando comparadas aos brancos, e conseqüentemente maior desgaste abrasivo, como mostra a figura 7. Devido ao maior índice de quartzo, os fácies brancos apresentam menor desgaste.

A velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas, apresenta uma correlação mais direta com a resistência à tração 3 pontos e 4 pontos, do que com a resistência à compressão. Esta relação confirma que os fácies rosas (Rosa Iracema e Rosa Olinda), são os materiais mais densos, mais resistentes à flexão e menos alterados (figuras 5 e 6).

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Os Índices Físicos obtidos nos granitos Serra do Barriga apresentam uma boa coerência. A massa específica é maior nos tipos graníticos rosas com maior teor de minerais máficos. O granito Branco Savana além de ser menos denso, apresenta maior absorção e porosidade e conseqüentemente menor resistência à flexão, mas não à compressão, mostrando que a correlação entre os índices físicos e os índices mecânicos nem sempre é direta e ocorre em função de uma série de parâmetros que devem ser considerados, como a textura (engrenamento mineral) e a estrutura da rocha (heterogeneidade). (figuras 2 a 6).

Neste contexto o granito Banco Savana apresenta menor densidade, maior porosidade e absorção d'água, refletindo o elevado teor de micas brancas em sua mineralogia. Porém possui alta resistência à compressão, devido à elevada dissolução de quartzo que se distribui de forma intersticial, englobando outros minerais, que pode proporcionar uma maior resistência à rocha.

O granito Rosa Olinda apresenta maior resistência à flexão 3 pontos, provavelmente devido à sua textura hiatal, que gera um bom engrenamento entre os fenocristais e sua matriz. Os granitos brancos (Savana e Cristal Quartz) são os de menor resistência, provavelmente pela herança das alterações hidrotermais que modificaram suas estruturas e texturas (figuras 5 e 6).

Não existe uma correlação direta entre os valores de compressão e flexão para as rochas estudadas, como que ocorre em rochas homogêneas, equigranulares, de granulação média a fina. Como mostrado nas figuras 4, 5 e 6, os granitos rosas são mais resistentes à flexão, enquanto que os brancos são mais resistentes à compressão. Esta falta de correlação reflete a heterogeneidade das rochas ensaiadas que são grosseiras e inequigranulares, com porções megaporfíricas, sendo ainda que os granitos de coloração branca estão alterados hidrotermalmente.

Quanto as correlações entre os aspectos petrográficos e os ensaios físico-mecânicos no granito Serra do Barriga, os granitos rosas apresentaram maior desgaste abrasivo, devido ao menor índice de quartzo em relação aos fácies brancos.

A correlação entre o índice de coloração entre a massa específica é direta para todos os granitos. As amostras mais densas, mais resistentes à flexão 3 e 4 pontos e menos alteradas são os tipos rosas (Iracema e Olinda), confirmado pela correlação entre a velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas e os ensaios de resistência mecânica.

Os resultados obtidos nos ensaios de caracterização tecnológica indicam uma boa qualidade física dos granitos estudados, pois todos os tipos graníticos encontram-se dentro dos valores limites especificados pela ASTM e sugeridos por Frazão & Farjallat (1995) (tabela 02). Portanto estas rochas podem ser indicadas tanto para revestimentos internos como revestimentos externos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FUNCAP, pela importante contribuição do Projeto de Auxílio à Pesquisa, que permitiu a obtenção dos dados, o desenvolvimento dos ensaios e a concretização deste trabalho, dando suporte à realização da pesquisa.

BIBLIOGRAFIA

- ARTHAUD, M. H., VASCONCELOS, A. M., NOGUEIRA, J.A., OLIVEIRA, F.V.C., PARENTE, C.V., MONIE, P., LIEGEOIS, J.P., CABY, R. & FETTER, A., 1998. Main Structural Features of Precambrian Domains from Ceará (NE Brazil). 14th International Conference on Basement Tectonics. Ouro Preto, MG- Brasil. 84-85p.
- ASTM – American Society for Testing and Materials. 1992. Standard Especification for Granite Dimension Stone 2p. (standard ASTM C 615).
- ARTUR, A. C., MEYER, A. P. & WERNICK, E. 2001. Características Tecnológicas de Granitos Ornamentais: A influência da mineralogia, textura e estrutura da rocha. Dados comparativos e implicações de utilização. I Simpósio Brasileiro de Rochas Ornamentais e II Seminário de Rochas Ornamentais do Nordeste. Salvador 13 –19p.

- CAVALCANTE, J.C., FERREIRA, C.A., ARMESTO, R.C.G. E MEDEIROS, M.F., 1983. Mapa Geológico do Estado do Ceará. Esc.-1:500.000. Superintendência do Desenvolvimento do Estado do Ceará – SUDEC
- FRAZÃO, E. B. & FARJALLAT, J. E. S. Características Tecnológicas das Principais Rochas Silicáticas Brasileiras Usadas como Pedras de Revestimento. 1995. Congresso Internacional da Pedra, Lisboa.
- FETTER, A.H., 1999. U/Pb and Sm/Nd geochronological constraints on the crustal framework and geologic history of Ceará State. NW Borborema Province, NE Brazil: Implications for the assembly of Gondwana. PhD thesis, Department of Geology, Kansas University, Lawrence.164 p.
- LE MAITRE, R.W., 1989. A classification of igneous rocks and glossary of terms. recommendations of the International Union of Geological Sciences subcommission on the systematics of igneous rocks. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 193p.
- MATTOS, I. C. NOGUEIRA NETO, J.A.; ARTUR, A.C; 2003. Caracterização Faciológica do Granito Serra do Barriga -Sobral (Ce): Resultados Preliminares, Anais do IX Congresso Brasileiro de Geoquímica. Belém/PA.
- NOGUEIRA NETO, J.A., MATTOS, I.C., SAUERBRONN, W.M., FERNANDES, A.H.M., CORDEIRO, E.R., NOGUEIRA, R.E.F.Q., CAJATY, A.A., ARTUR, A.C, SASAKI, J.M., 2002. Petrografia e química mineral de dois tipos faciológicos do Granito Serra da Barriga – Sobral (CE): Resultados Preliminares. III Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste – Recife.
- SAUERBRONN, W. M. 2003. Mapeamento Geológico da Porção Oriental da Serra do Barriga e Sua Aplicação no Setor de Rochas Ornamentais. Monografia de Graduação. Departamento de Geologia. Universidade Federal do Ceará. 220p
- TAVARES JR., S. S., 1992. Caracterização litoquímica e geocronologia Rb/Sr das rochas granitoides e ortognaisses da região de Santa Quitéria-Sobral, NW do Ceará. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém.143p.