

CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DO GRANITO ORNAMENTAL “VERMELHO FLORES”, RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL

Soraia Maria Carlos Maia-Fambrini¹,
Antônio Carlos Galindo²,
Joaquim Raul Ferreira Torquato³
Maria de Fátima Bessa Torquato⁴

1 UFRN/PPGG – Doutoranda/UFPE, soraiamaia@hotmail.com

2 Departamento de Geologia da UFRN/PPGG, galindo@ccet.ufrn.br

3, 4 NUTEC/DITEM – UFC, Torquato@secrel.com.br, fbessa@nutec.ce.gov.br

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo um estudo integrado geológico e tecnológico de rochas ornamentais na área de ocorrência do Granito Vermelho Flores, localizado próximo ao município de Afonso Bezerra, na porção centro norte do Estado do Rio Grande do Norte. Geologicamente, são identificadas na área quatro unidades litoestratigráficas: um complexo gnáissico migmatítico (embasamento), formado essencialmente por gnaisses bandados, milonitizados e com feições migmatíticas diversas; um *augen* gnaiss granítico que ocorre como um corpo alongado, com inclusões de xenólitos dos gnaisses bandados do embasamento; um pequeno stock granítico (aproximadamente 8km² de área aflorante) com forma subcircular (Granito Vermelho Flores), onde dominam rochas de textura fina a fina-média de coloração rosa, e contendo xenólitos das duas unidades anteriores; e sedimentos aluvionares recentes finos a grossos, formando extensas áreas de planícies aluviais. A caracterização tecnológica do Granito Ornamental Vermelho Flores foi realizada por meio de ensaios diversos com o objetivo de obter parâmetros petrográficos, físicos e mecânicos que permitiram a qualificação dessa rocha. Estes ensaios foram executados segundo procedimentos normatizados por entidades brasileiras (ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas) e estrangeiras (ASTM – American Society for Testing and Materials). A análise petrográfica do Granito Vermelho Flores mostrou que a rocha é um granito *senso estrito* (monzogranito), com plagioclásio, feldspato potássico e quartzo somando em média 85 – 90% modal. Os vários ensaios tecnológicos realizados (alterabilidade, índices físicos, velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas, resistência à compressão uniaxial, resistência à flexão, desgaste *Amsler* e resistência ao congelamento e degelo etc) mostraram parâmetros e valores similares aos especificados em normas nacionais e internacionais para rochas silicáticas de uso ornamental. Quando comparado a outros granitos ornamentais estudados no Brasil, o Granito Vermelho Flores mostra parâmetros e valores similares. Os resultados dos ensaios realizados mostraram que o Granito Vermelho Flores é de boa qualidade tecnológica, e que se presta muito bem para uso como material de revestimento interno e externo em edificações.

Palavras chave: granito ornamental, Vermelho Flores, Rio Grande do Norte, caracterização tecnológica

ABSTRACT: The main purpose of the present study is to integrate the geological and technological investigation of ornamental rocks from the Flores granite, which are located near Afonso Bezerra, northern central part of Rio Grande do Norte State, NE Brazil. The studied area comprises four litho-stratigraphic units: a Gneiss-Migmatitic Complex (crystalline basement), composed mainly of banded gneisses, transformed into mylonites or variably migmatized; a *augen* gneiss occurring as one elongated body with xenoliths of banded gneiss; a small semi-circular granite stock (about 8 km² of outcropping area) the Vermelho Flores granite, which is fine- to medium-grained and contains xenoliths of the units described above; and fine-to coarse-grained alluvial sediments. Petrographic, physical, and mechanic tests, permitted the technological characterization of the Flores granite. The test followed procedures recommended by Brazilian (ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas) and international norms (ASTM – American Society for Testing and Materials). Several technological tests carried out (alterability, physical indices, velocity of ultrasonic wave propagation, uniaxial compression, flexion resistance, Amsler abrasion, and resistance to freezing and heating) indicated parameters and values consistent with Brazilian and international standards for silicatic rocks for ornamental use, as well as other Brazilian ornamental granites. The show indicate that the Flores granite presents good quality and it is indicated for indoor and external ornamental use.

Keywords: dimension stone, Vermelho Flores granite, technological characterization, Rio Grande do Norte, NE Brazil

INTRODUÇÃO

O Granito Flores está localizado no município de Afonso Bezerra, na porção centro norte do Estado do Rio Grande do Norte. Ocorre como um *stock* granítico de forma subcircular com cerca de 8 km² de área aflorante (Fig. 01). No mercado de rochas ornamentais recebe o nome de “Vermelho Flores”. Constitui rochas de textura predominantemente fina, a fina-média, isotrópico (Fig. 02A), apresentando uma tectônica frágil muito atuante, representada por um padrão de fraturamento de direção principal NW-SE, e ainda NE-SW. Seu padrão de cor e sua homogeneidade são fatores determinantes para a boa aceitação no mercado, como produto ornamental. Sua morfologia em campo é ressaltada por paredões constituídos por um conjunto de matacões, onde são desenvolvidas as frentes de lavra deste granito (Fig. 02B) (Maia, 2004).

O Objetivo desse trabalho é apresentar e discutir os dados relativos aos parâmetros de caracterização tecnológica do

Granito Vermelho Flores, contribuindo dessa forma para o melhor conhecimento tecnológico do mercado de Rochas Ornamentais no Rio Grande do Norte, ainda carente de dados mais específicos sobre o material aqui comercializado. Todos os ensaios tecnológicos foram realizados segundo as normas vigentes no mercado, seguindo sempre as recomendações da ABNT e/ou normas de associações internacionais (ASTM etc). Os ensaios físicos-mecânicos foram realizados no laboratório do DITEM / NUTEC-UFC, e os de alterabilidade e petrográficos foram realizados em laboratórios da Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN.

CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA

A caracterização tecnológica de rochas ornamentais é realizada por meio de ensaios e análises, cujo principal objetivo é a obtenção de parâmetros petrográficos, físicos e mecânicos do material, que permitam a qualificação da rocha para uso no revestimento de edificações (Frasca, 2003). As rochas orna-

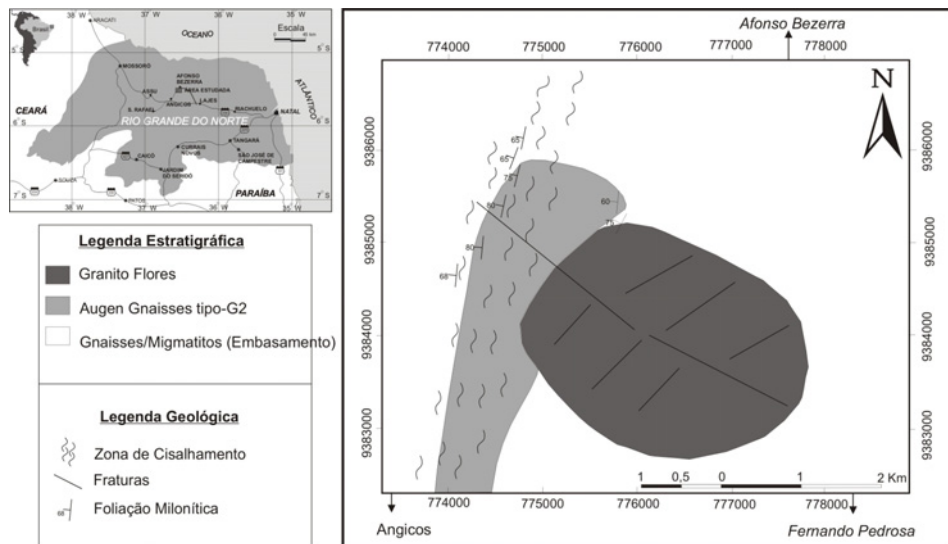


Figura 01: Esboço geológico simplificado da área do Granito Flores (região centro norte do Rio Grande do Norte)

Figura 01 – Mapa de localização e geológico do Granito Flores.

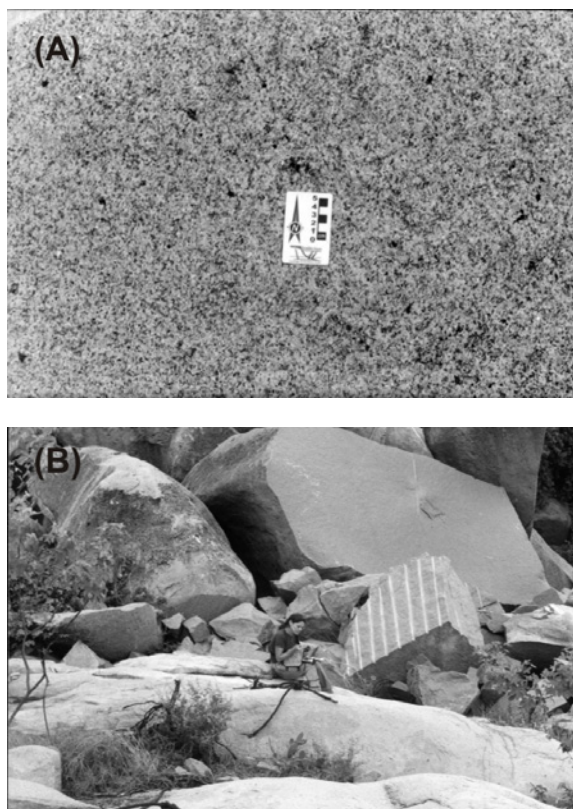


Figura 02 – (A) Textura fina-média homogênea do Granito Flores. (B) Frente de lavra do Granito Flores em área de matacões

mentais quando em uso, são submetidas as mais variadas solicitações, tais como atrito ou desgaste, impacto, ação das intempéries (chuvas e ventos), ataques por produtos de limpeza, líquidos agressivos em geral, etc (Mesquita, 2002). A precisa caracterização tecnológica torna-se fundamental para sua utilização correta, segura e econômica. É importante na avaliação prévia da qualidade dos materiais quando se destinam a revestimento. As análises e os ensaios das rochas ornamentais são executados segundo procedimentos normatizados por entidades nacionais, como a Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT, ou estrangeiras, como a Ameri-

can Society for Testing and materials-ASTM, Deutsch Institut fur Normung-DIN, entre outras. A tabela 01 mostra diversos ensaios de caracterização de rochas ornamentais com suas respectivas normas utilizadas.

Para o estudo de caracterização tecnológica do Granito Vermelho Flores, foram realizados os seguintes ensaios: caracterização petrográfica microscópica, ensaios de alterabilidade, índices físicos, resistência a compressão uniaxial, resistência a flexão, resistência ao impacto de corpo duro, resistência ao desgaste Amsler, resistência ao congelamento e degelo e ensaio de velocidade de ondas ultra-sônicas longitudinais.

Tabela 01 – Ensaios tecnológicos e suas respectivas normas (Fonte: Frascá, 2001)

ENSAIO	NORMA
Análise Petrográfica	ABNT NBR 12.768/92
Índices Físicos	ABNT NBR 12.766/92
Ensaios de Alterabilidade	ABNT NBR 13.818/97
Velocidade de Propagação de Ondas	ASTM 2845/95
Resistência à Compressão Uniaxial	ABNT NBR 12.767/92
Resistência à Flexão	ABNT NBR 12.763/92
Resistência ao Impacto de corpo duro	ABNT NBR 12.764/92
Desgaste Abrasivo Amsler	ABNT NBR 12.042/92
Congelamento e Degelo	ABNT NBR 12.769/92

Caracterização Micropetrográfica:

O estudo de seções delgadas ao microscópio petrográfico mostrou que paragênese félsica dominante do Granito Vermelho Flores é constituída por plagioclásio de composição oligoclásica (Fig 3A), quartzo (Fig. 3B) e K-feldspato do tipo microclina (Fig. 3C), somando em média

90% modal. A biotita representa a paragênese máfica principal (4-10%modal), ocorrendo como lamelas de cor amarelo-esverdeada e frequentemente cloritizada (Fig. 3D). Os cristais de titanita, opacos, apatita e zircão são acessórios comuns. Clorita, muscovita e ainda opacos ocorrem como produtos de alteração da biotita

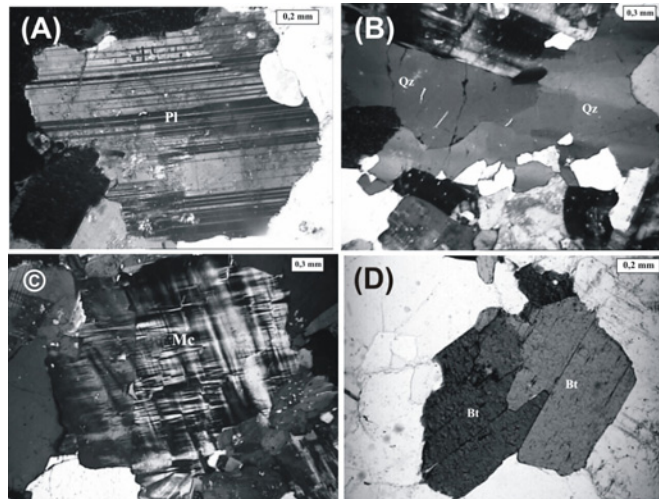


Figura 03 – (A) Cristais de plagioclásio hipidiomórfico com bordas corroídas e levemente alterados. (B) Cristais de quartzo xenomórfico estirados e com extinção ondulante. (C) Microclina hipidiomórfica com as geminações albita x periclina no padrão em “grade”. (D) Cristais de biotita cloritizada lamelares e hipidiomórficos.

ta. Carbonato, mica branca e saussurita são produtos de alteração do plagioclásio. De acordo com a composição modal realizada em 06 lâminas delgadas (Tabela

02) e os diagramas Q-A-P e Q-(A+P)-M (Streckeisen, 1976), as rochas do Granito Vermelho Flores são principalmente monzogranitos (Figura 04).

Tabela 02: Composições modais do Granito Vermelho Flores

GRANITO FLORES						
	SF-02	SF-10	SF-22	SF-29	SF-32	SF-35
Quartzo	25,1	20,1	26,0	20,7	26,4	30,7
Plagioclásio	41,0	37,8	38,4	35,4	33,0	40,7
K-Feldspatos	24,5	30,0	25,6	30,8	31,2	20,0
Biotita	7,2	9,6	7,9	8,9	7,5	3,5
Titanita	0,2	0,3	0,5	0,6	Tr	0,1
Secundários	0,5	0,5	1,0	1,4	1,2	2,5
Zircão + Apatita	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2
Allanita	0,1	0,1	0,1	Tr	-	Tr
Opacos	1,3	1,5	0,4	1,9	0,6	2,3
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Q	27,0	22,9	28,8	23,8	29,1	33,6
A	27,0	34,1	28,4	35,4	34,4	21,9
P	45,0	43,0	42,7	40,7	36,4	44,5
ΣM	9,0	12,1	10,0	13,1	9,4	8,6
Q'	25,1	22,9	28,8	23,8	29,1	33,6
A+P	72,0	77,1	71,1	76,1	70,9	66,4

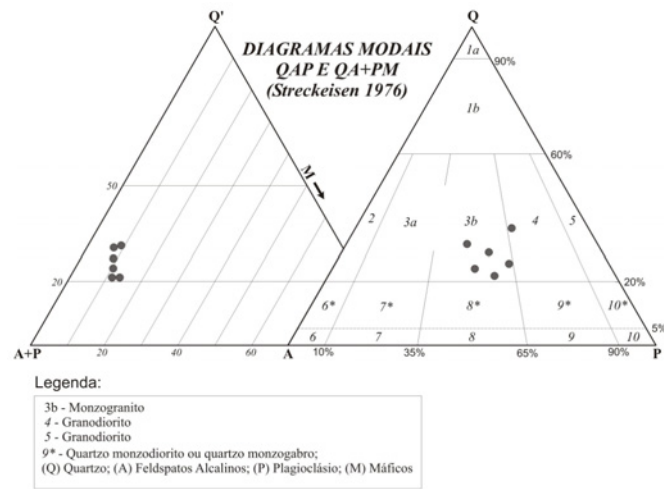


Figura 04 – Diagramas “QAP” e “Q A+P M” (Streckeisen, 1976)

Ensaio de alterabilidade: Tem por finalidade orientar os usuários quanto à utilização indevida de determinadas soluções, que possam provocar possíveis deteriorações e/ou manchas decorrentes da manutenção/limpeza inadequada do material granítico. Os corpos de prova (cubos de 2cm) foram imersos em soluções ácidas (ácido clorídrico a 3% em massa, hidróxido de potássio a 10% em massa, ácido cítrico a 3% em massa, hipoclorito de sódio a 2,5% em massa e hidróxido de amônia a 10% em massa) e de uso doméstico (álcool, querosene, desinfetante de uso geral, acetona, vinagre, perfume e óleo de cozinha), onde a superfície polida foi exposta a esses reagentes por um período de 150h. Das amostras imersas nas soluções caseiras, as que apresentaram maiores alterações foram àquelas expostas ao querosene e ao óleo de cozinha, deixando-as com a superfície polida mais escura. Já para as amostras expostas às soluções ácidas, as alterações mais significantes se deveram a ação do ácido clorídrico e do ácido cítrico, deixando a face polida com aspecto esbranquiçado, sendo o ataque mais expressivo nas biotitas e feldspatos, comprometendo a estética da rocha. Para os demais casos houve apenas pequenas alterações no lustre da face polida.

Índices Físicos: Aqui foram determinados massas específicas aparentes seca e saturada (kg/m^3), porosidade aparente (%) e absorção d'água (%). Estas propriedades permitem em parte avaliar o estado de alteração das rochas, já que a maioria das patologias observadas em rochas de revestimento (manchas, escamações etc) está associada à percolação e/ou acumulação de fluídos nas chapas de revestimento. Para a realização desse ensaio, foi necessário a utilização de 10 corpos de prova representados por cubos de 2cm. Estas amostras foram submetidas a duas pesagens: i) após secagem em estufa por 90 horas a

50°C (peso A); ii) após a saturação em água a temperatura ambiente por 48 horas (peso B) e; iii) em suspensão em água a temperatura ambiente (peso C). Os valores para cada um desses índices foram obtidos da seguinte forma:

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

Os índices físicos mostraram valores médios de 2690 kg/m^3 para a massa específica aparente seca e saturada, 0,43% para porosidade aparente e 0,16% para absorção de água. Estes resultados mostraram que o Granito Vermelho Flores apresentou valores dentro dos especificados para rochas ornamentais de composição graníticas, dentro das especificações fixadas pela ASTM e aquelas sugeridas no Brasil por Frazão e Farjallat (1996), que são de $= 2560 \text{ kg/m}^3$, $= 1,0\%$ e $= 0,4\%$, respectivamente.

Resistência a Compressão Uniaxial: Este ensaio determina a tensão que provoca a ruptura da rocha quando submetida a esforços compressivos. No geral, elevados valores de resistência à compressão uniaxial implicam em materiais de alta resistência mecânica (Vidal et. Al, 1999). A resistência das rochas está condicionada a vários fatores intrínsecos. Dentre estes destacam-se a direção do esforço de compressão em relação à estrutura, o estado de alteração, microfissuras, anisotropia, dimensões dos minerais e porosidade da rocha (Figueiredo, 1997). Nas rochas homogêneas, não orientadas, a tensão de ruptura é determinada sem definir tal orientação (caso do Granito Vermelho Flores). Para este ensaio, utilizou-se 6 corpos-de-prova (cubos de $7 \pm 0,5$), sendo 3 submetidos ao rompimento na condição

seca e 3 na condição saturada em água. O equipamento utilizado foi uma prensa hidráulica (EMIC) com acionamento elétrico com capacidade para 200 toneladas e precisão de $\pm 1\%$, modelo PC 150/200 – I (Fig. 05). Os valores médios obtidos para o Gra-

nito Vermelho Flores, tanto na condição seca (95,7 MPa) como na condição saturada (91,1 MPa), estão dentro dos limites estipulados para “rochas resistentes” segundo a norma do ISRM (1978) que são entre 50 e 100 MPa.

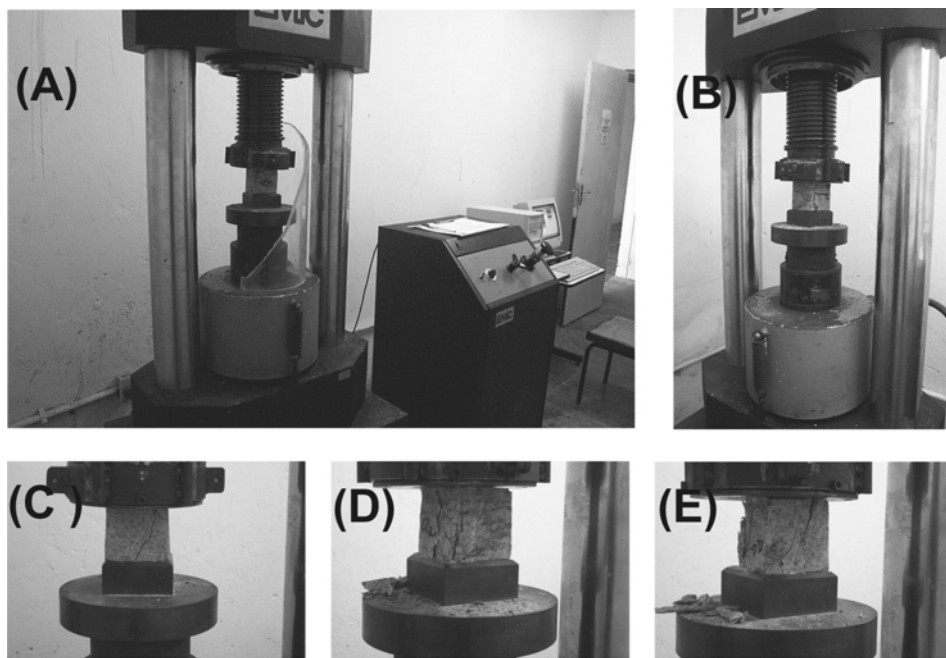


Figura 05 – Equipamento utilizado para determinação da resistência à compressão uniaxial (A e B). Detalhe dos corpos-de-prova desde o trincamento até a ruptura total (C, D e E).

Resistência à Flexão: Este ensaio determina a força máxima que provoca a ruptura de uma placa de rocha quando submetida a esforços compressivos. O equipamento utilizado para este ensaio foi uma prensa semelhante a do ensaio de compressão uniaxial (Fig. 06A). O corpo-de-prova apóia-se em dois cutelos inferiores (de ação) e nele é aplicada uma carga crescente através do cutelo central (de reação), que se apóia na parte superior do corpo-de-prova, o esforço é aumentado gradualmente até

que ocorra a ruptura (Fig. 06B e C). Este ensaio foi realizado em 10 corpos-de-prova do Granito Vermelho Flores, com dimensões de 20cm x 10cm x 5cm, no estado seco e saturado. Os valores médios obtidos nos estados seco e saturado foram 19,74 MPa e 17,59 MPa, respectivamente. Estes valores estão incluídos no limite adotado para o mercado de rochas ornamentais no Brasil segundo Frazão e Farjallat (1996) e ainda pela ASTM (1992), as quais determinam valores maior ou igual a 10,0 MPa.

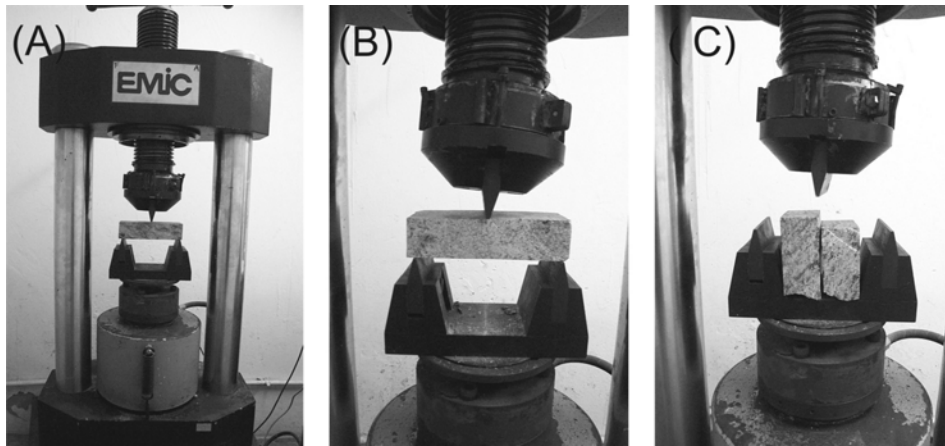


Figura 06 – (A) Equipamento utilizado no ensaio. (B) Detalhe do corpo-de-prova e dos cutelos de apoio. (C) Corpo-de-prova destruído após a ruptura.

Resistência ao impacto de corpo duro: Este ensaio fornece a resistência que uma placa de rocha oferece ao fissuramento e ruptura. A resistência da rocha ao impacto foi obtida através da determinação

da altura de queda (cm) de uma esfera de aço de 1 kg que é solta através de um dispositivo provocando o fissura e ruptura do corpo de prova (Fig. 07A e B). Foram ensaiados 4 corpos-de-prova do Granito Vermelho Flores com dimensões de 20 x 20 x 3 cm. Os resultados obtidos referentes a fissura e ruptura dos corpos de prova foram de 0,59m e 0,64m, respectivamente. Os valores mostraram-se superiores ao limite mínimo sugerido por Frazão e Farjallat (1996), = 0,4m, para o mercado de rochas ornamentais no Brasil.

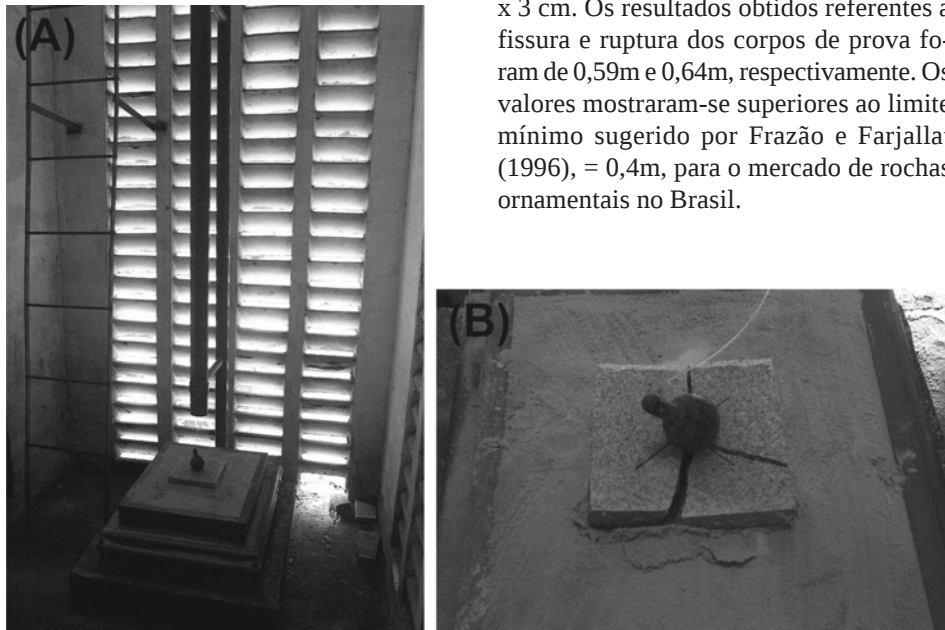


Figura 07 – (A) Dispositivo onde é lançada a bola de aço. (B) Detalhe durante a ruptura da placa de rocha

Resistência ao desgaste Amsler: Indica a redução de espessura que placas de rochas apresentam após percursos abrasivos de 500m e 1000m na máquina *Amsler* (Fig. 08A e B). Este ensaio simula a solicitação por atrito devido ao alto tráfego de pes-

soas em determinados ambientes como estações de metrô, rodoviárias, shoppings, aeroportos etc, e para sua realização foram usados corpos de prova de 7 x 7 x 3 cm. Os valores de perda de espessura para o Granito Vermelho Flores foi de 0,25mm para o percurso de 500m e 0,56mm no percurso de 1000m, estando dentro dos valores sugeridos para o mercado brasileiro que é de = 1mm (Frazão & Farjallat, 1996).

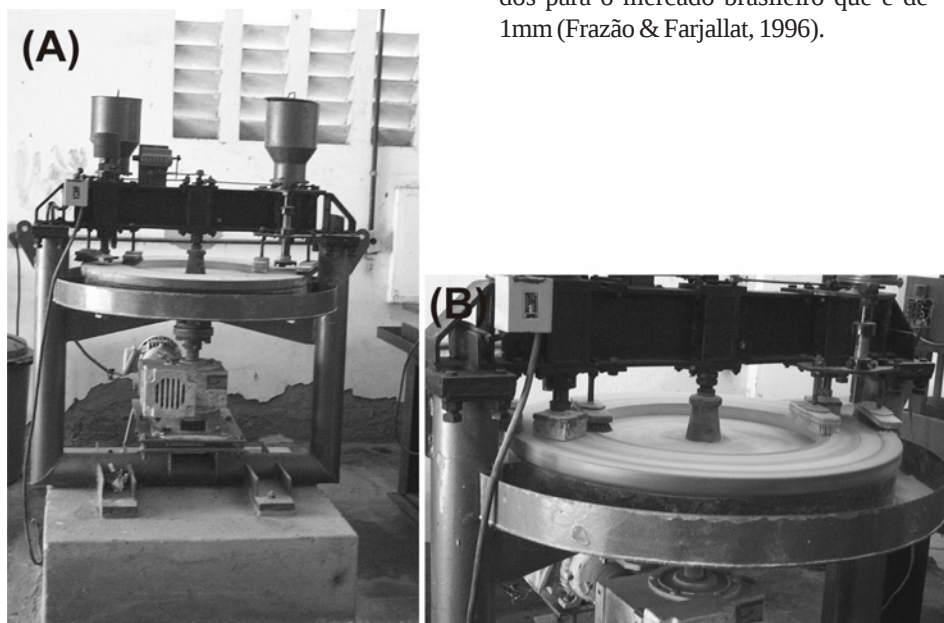


Figura 08 – (A) Máquina Amsler para medir o desgaste a abrasão.
(B) Detalhe da pista de desgaste e dos corpos de prova durante o percurso.

Resistência ao congelamento e degelo: Este ensaio consiste em submeter à amostra a 25 ciclos de congelamento e degelo, verificando em seguida a queda de resistência através do teste de compressão uniaxial antes e após o degelo. Este ensaio é recomendado para rochas ornamentais que se destinam a exportação, principalmente para países de clima temperado (Alencar et al, 1996). Foram ensaiados 3 corpos-de-prova do Granito Vermelho Flores que foram colocados em recipientes e submersos com água até a superfície, depois levados

para o congelador à temperatura constante de -15°C por 24h. Em seguida retirados para degelar por completo cerca de 24h nas condições ambientais do laboratório. Após os 25 ciclos de congelamento e degelo, os corpos-de-prova foram submetidos a ensaios de compressão uniaxial, onde se verificou que a resistência a compressão uniaxial é sempre menor após o congelamento e degelo, devido provavelmente a quebra na resistência dos minerais e, conseqüentemente, na estrutura interna da rocha quando submetida a este ensaio.

Ensaio de Velocidade de Ondas Ultra-sônicas Longitudinais: Este ensaio permite avaliar, indiretamente, o grau de alteração e presença de discordâncias internas nas rochas (fraturas etc), e é um ensaio não destrutivo do corpo de prova. Em geral va-

lores mais altos indicam menor grau de alteração e maior coesão entre os minerais constituintes das rochas. O ensaio foi realizado nos corpos-de-prova a serem submetidos aos testes de compressão uniaxial e resistência à flexão (Fig. 09A e B).

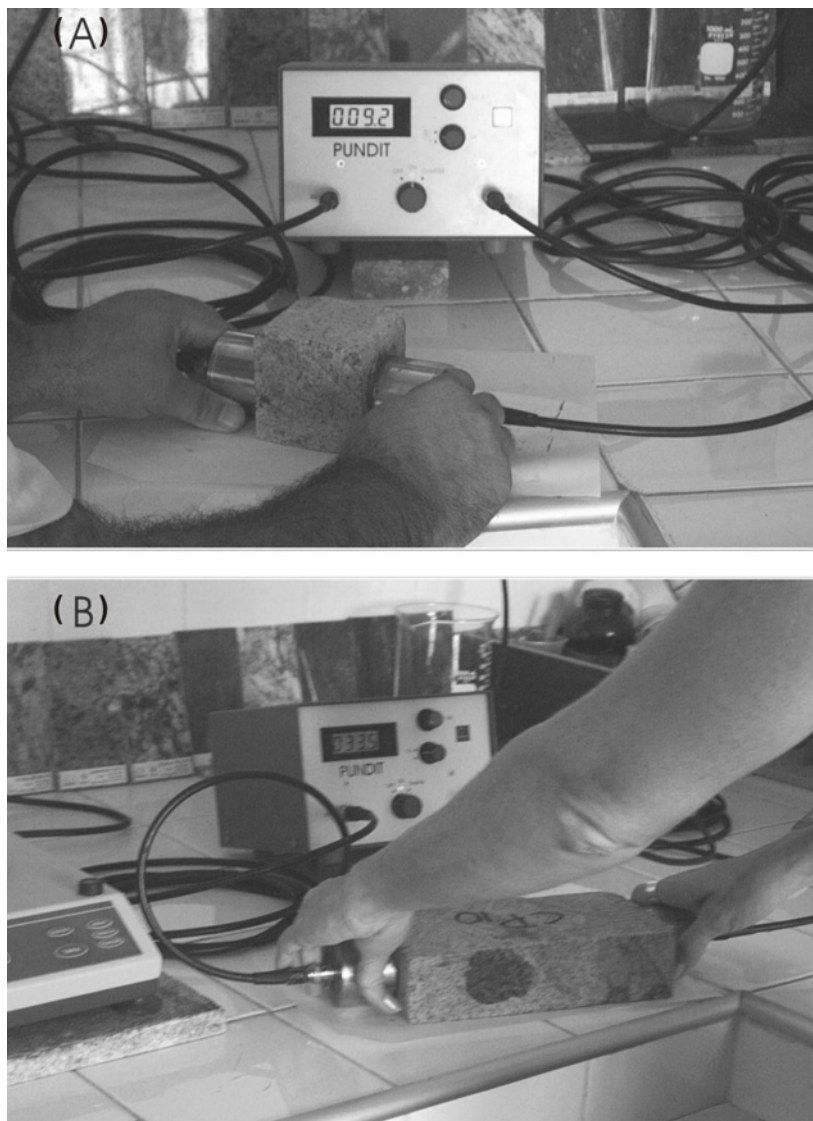


Figura 09 – Equipamento utilizado para medir a velocidade ultra-sônica da rocha. (A) medidas realizadas em corpo-de-prova cúbico destinado ao ensaio de compressão e (B) medidas realizadas em corpo-de-prova tabular destinado ao ensaio de flexão.

No primeiro, as medidas foram feitas em todas as direções do corpo-de-prova e no segundo em duas direções. A velocidade foi medida em situação das amostras no estado seco e saturado, e também nas amostras antes e após congelamento e degelo. No total foram medidos 19 corpos-de-prova, sendo 9 cubos de $7 \pm 0,2$ cm e 10 tabulares de $20 \times 10 \times 5$ cm. O equipamento utilizado foi o PUNDIT (Portable Ultrasonic Non-Destructive Digital Indicating Test) (Fig. 09A e B). Os valores encontrados para o Granito Vermelho Flores se situam na faixa de 6000 m/s, sendo ligeiramente maiores nos corpos de prova saturados em água. Estes valores encontrados são superiores aos indicados por Frazão & Farjallat (1996), > 4000 , para rochas silicáticas de uso na indústria/comércio de rochas ornamentais. Portanto, o Granito Vermelho Flores pode ser considerado um material de boa qualidade.

DISCUSSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Granito Vermelho Flores, extraído em área de afloramentos próximos ao município de Afonso Bezerra, Rio Grande do Norte, constitui um produto de boa aceitação no mercado de rochas ornamentais do Estado.

A caracterização física e mecânica do Granito Vermelho Flores foi realizada através de vários ensaios tecnológicos, todos realizados segundo normas especificadas tanto pela ABNT quanto por associações internacionais. Os resultados desses ensaios estão diretamente relacionados com os aspectos mineralógicos, texturais e estruturais da rocha. O conjunto de dados adquiridos e analisados mostra que:

i) Composicionalmente as rochas do *stock* Flores são representadas por bioti-

ta-monzogranitos leucocráticos;

- ii) Os ensaios de alterabilidades mostraram que tanto soluções caseiras (que-ro-sene, principalmente) quanto ácidas (ácidos clorídrico e cítrico, principalmente), mancham/descolorem a superfície polida da rocha, comprometendo significativamente a qualidade estética do material;
- iii) As determinações dos índices físicos (massa específica aparente, seca e saturada, $= 2560 \text{ kg/m}^3$; porosidade, 0,43%; e absorção d'água, 0,16%), estão todos dentro dos padrões estabelecidos e aceitos pelo mercado de rochas ornamentais no Brasil;
- iv) Da mesma forma, os resultados encontrados para os diversos ensaios físicos-mecânicos (resistência à compressão uniaxial, $>90 \text{ MPa}$; a flexão, $>17 \text{ MPa}$; ao impacto de corpo duro, $>5,0 \text{ m}$; ao desgaste Amsler, $<0,60 \text{ mm}$; ao congelamento e degelo (onde verificou-se que a resistência do granito a compressão uniaxial é sempre menor após o ciclo de congelamento e degelo, valores da ordem de 60 MPa), e a velocidade de ondas ultrassônicas longitudinais, $>5500 \text{ m/s}$; também apresentaram valores dentro dos estabelecidos para rochas ornamentais, tanto pela ABNT quanto por associações internacionais como a ASTM (American Society for Testing and materials), e a ISRM (International Society for Rock Mechanics).
- v) Outro aspecto a se destacar, é que as os valores e características dos parâmetros tecnológicos determinados para o Granito Vermelho Flores, encontra similaridades com várias determinações realizadas para outros granitos ornamentais comercializados no Brasil (Tabela 03).

Tabela 03: Valores de alguns parâmetros tecnológicos de Granitos Ornamentais do Brasil comparados com os obtidos para o Granito Vermelho Flores.

Propriedades	Granito Flores	Gr.Branco Cotton-CE	Gr. Rosa Iracema-CE	Gr.Vermelho Mt.Santo-BA	Gr. Cinza Itaera-BA	Gr.Cinza Prata-RJ	Granito Amarelo-RJ
Massa específica seca (kg/m ³)	2690	2623	2611	2649	2700	2652	2625
Porosidade aparente (%)	0,43	0,68	0,82	0,50	0,79	0,85	0,86
Absorção d'Água (%)	0,16	0,26	0,31	0,19	0,29	0,32	0,33
Resistência a compressão (MPa)	95,7	165,7	145,0	176,3	138,5	104,0	110,0
Resistência à flexão (MPa)	19,74	17,85	13,30	22,46	19,5	10,9	10,1
Resistência ao impacto (m)	0,64	0,64	0,66	0,65	-	0,32	0,35
Velocidade de propagação de ondas longitudinais (m/s)	6178	4651	-	-	-	5185	5155

Obs: Granito Vermelho Flores (este trabalho)

Granito Branco Cotton: Mesquita (2002)

Granito Rosa Iracema: CD-Rochas Ornamentais do Ceará (FUNCAP-SECITECE) (2002)

Granitos Vermelho Monte Santo e Cinza Itaera: CD-Rochas Ornamentais da Bahia (CBPM-BA) (2002)

Granitos Cinza Prata e Amarelo: Ramalho et al. (2000)

Dessa forma, os diversos ensaios tecnológicos realizados demonstraram claramente que o Granito Vermelho Flores pode ser considerado um material de boa quali-

dade, e que pode ser utilizado tanto como produto de revestimento para uso interno ou externo na indústria de construção civil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1992. Manual de normas técnicas para ensaios tecnológicos de rochas ornamentais para revestimento (análise petrográfica, índices físicos, resistência à compressão uniaxial, resistência à flexão, resistência ao impacto de corpo duro, desgaste abrasivo Amstler e congelamento e degelo).
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1997. Determinação da resistência ao ataque químico (NBR 13.818 – Anexo H: normativo).
- Alencar, C.R.A.; Caranassios, A. & Carvalho, D. – 1996 – Tecnologias de Lavra e Beneficiamento de Rochas Ornamentais. Estudo Econômico sobre Rochas Ornamentais, vol. 3, Federação das Indústrias do Estado do Ceará, Instituto Euvaldo Lodi – IEL/CE, p.225.
- ASTM, 1992 – American Society for Testing and Materials (C-615). Standard specification for granite dimension stone. 2p.
- ASTM, 1995 – American Society for Testing and Materials (D-2845).
- Bessa, M. F., 2004. Rochas ornamentais do nordeste do Ceará (Brasil). Propriedades tecnológicas, alteração e alterabilidade dos granitos Vermelho Filomena, Meruoca Clássico e Verde Ceará. Tese de Doutorado – Instituto Superior Técnico de Lisboa, Universidade Técnica de Lisboa. (No prelo).
- Figueiredo, P.M.S.L.R., 1997. Estudo tecnológico das rochas calcárias de Lisboa (Jurássico e Cretácico). Tese de doutoramento. IST. Lisboa. 179 p.
- Frasca, M.H.B.O., 2001. Qualificação de Rochas Ornamentais e para Revestimento de Edificações: caracterização tecnológica e ensaios de alterabilidade. II Seminário de Rochas Ornamentais do Nordeste – Anais, Salvador, p. 128-134.
- Frasca, M.H.B.O., 2003. Rochas para Revestimento de Edificações: variedades, seleção, usos e durabilidade. IV Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste. Anais, Fortaleza, p. 332-341.
- Frazão, E. B. & Farjallat, J. E. S., 1996. Proposta de especificação para rochas silicáticas de revestimento. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 8, Rio de Janeiro, ABGE, V. 1, p. 369-380.
- ISRM – International Society for Rock Mechanics, 1978. Suggested methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses. In: J. Rock Mech. Min.Sci & geomec abstr. 15.
- Maia, S. M. C. 2004. Estudo integrado geológico-tecnológico de rochas ornamentais: os granitos Flores e Jacarandá, RN. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica – PPGG - UFRN. 75p.
- Mesquita, M. P. S., 2002. Composição, Estruturas, Propriedades Tecnológicas e Alterabilidade dos Granitos Ornamentais do Stock Morrinho, Santa Quitéria (CE). Universidade Estadual Paulista. Tese de Doutorado, 169p. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Campus de Rio Claro. Rio Claro – São Paulo.
- Streckeisen, A L., 1976. To Each Plutonic Rock Its Proper Name. *Earth Science Reviews*, 12: p. 1-33.
- Torquato, J.R. ; Bessa, M.F. & Fernandes, H.M.; 2002. Uso do Pundit na determinação de anomalias ultra-sônicas em blocos rochosos. III Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste. Anais. Recife, p. 20-23.
- Vidal, F.W.H., Bessa, M. de F., Lima, M.A.B., 1999. Avaliação de rochas ornamentais do Ceará através de suas características tecnológicas. CETEM / MCT, Série Tecnologia Mineral., 76, 30 p.