



Caracterização tecnológica de granitos e granodioritos, município de Guaiuba, estado do Ceará

A.F.M. da Silva, J.A. Nogueira Neto, A.A. Cajaty, C.U.V. Verissimo & R.J. Freitas

Curso de Pós-Graduação em Geologia/Departamento de Geologia/CC/UFC, Bloco 912 – Campus Universitário do Pici – Fortaleza (CE), CEP: 60455-760 Tel.: 4008 9866. anatisfrance@yahoo.com.br, nogueira@ufc.br, verissim@ufc.br, rjfreitas@yahoo.com.br

Abstract The present study was carried out in the town of Guaiuba, in the northeast region of Ceará, inside the Central Ceará domain of the Borborema Province. The area is composed by Precambrian rocks including hornblende-biotite-gneiss; porphyritic granite, biotite-granite, granodiorite, aplite, and cenozoic cover sediments. Amongst the studied lithotypes, one sample of granite and another of granodiorite were selected to establish their technological parameters. These rocks are isotropic and/or guided, probably in response to magmatic flow. The assays for technological characterization, had followed the norms specified by ABNT and included: petrographic analysis, determination of physical indices (apparent specific gravity; apparent porosity; water absorption), Amsler abrasion, uniaxial compression, resistance to the flexion and impact resistance. All the achieved results were compared with parameters established by the ASTM and by Frazão & Farjallat (1995), which are nationally recognized, by IPT, SENAI-SP and by Laboratory of Dimension Stones of UNESP, etc. The two analyzed lithotypes had presented favorable qualitative and aesthetic aspects, with considerable potential for the use as ornamental rocks. However, some restrictions exist to the use of these rocks in high traffic areas and as structural material.

Keywords: granitic rocks; technological characterization of rocks; dimension stones

INTRODUÇÃO Os granitos e granodioritos que ocorrem na região de Guaiuba apresentam um grande potencial para utilização como rochas ornamentais e de revestimento.

Abordamos no texto os resultados obtidos nos ensaios de caracterização tecnológica dessas rochas com vistas a possível utilização das mesmas ao setor acima mencionado (rochas ornamentais e de revestimento).

LOCALIZAÇÃO E ACESSO À ÁREA A área estudada possui uma superfície de 65 km² e está incluída na folha Baturité (SB.24-X-A-I), (fig. 1).

O acesso à área, a partir de Fortaleza, capital do Ceará, é realizado por meio da rodovia CE-060, percorrendo-se cerca de 35 km até a cidade de Guaiuba. A partir da cidade de Guaiuba diversas vias carroçáveis e caminhos permitem se chegar a quase totalidade da área, que fica a cerca de 3 km a sudoeste da sede do município.

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA A correta utilização das rochas e demais materiais pétreos requer o conhecimento prévio de suas propriedades. Nas aplicações como material ornamental e de revestimento, as características principais de uma rocha são a cor e a textura, as quais estão diretamente associadas ao

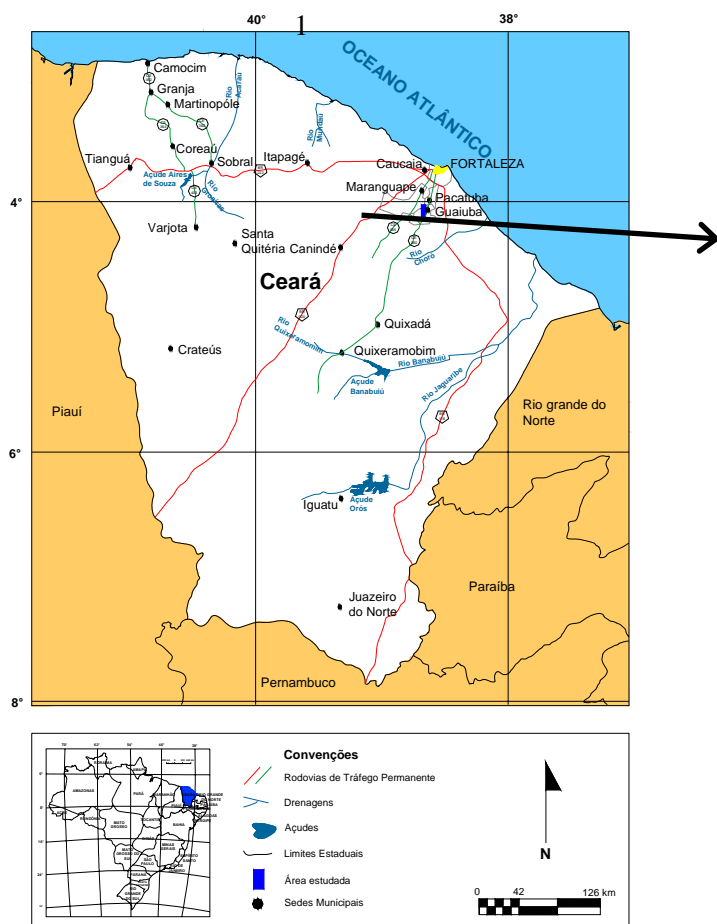
efeito estético. Quando em uso, essas rochas são submetidas a várias situações tais como: atrito/desgaste, impacto, ação das intempéries, ataque por produtos de limpeza, líquidos agressivos, etc. Por esses motivos, as rochas devem ser submetidas à caracterização tecnológica, que nada mais é do que o conhecimento das características físicas, físico-mecânicas e petrográficas, indicativas do melhor emprego e aproveitamento ornamental (Costa 2000, 2003).

Todos os ensaios realizados nesse trabalho, nos litotipos estudados tiveram seus resultados comparados aos parâmetros sugeridos por Frazão & Farjallat (1995) e às normas americanas ASTM-C 615 (American Society for Testing and Materials), tendo como intuito a observação e enquadramento nos parâmetros sugeridos pelos autores e órgão supracitado, no sentido de melhor avaliar a qualidade dos materiais utilizados como rochas ornamentais, dessa maneira orientando tanto o produtor como o consumidor.

Foram realizadas em amostras de um granito e um granodiorito os seguintes ensaios: análise petrográfica, índices físicos (massa específica aparente, porosidade aparente e absorção de água aparente), desgaste por atrito (desgaste Amsler), resistência ao impacto, resistência à compressão uniaxial simples e resistência a flexão.



4



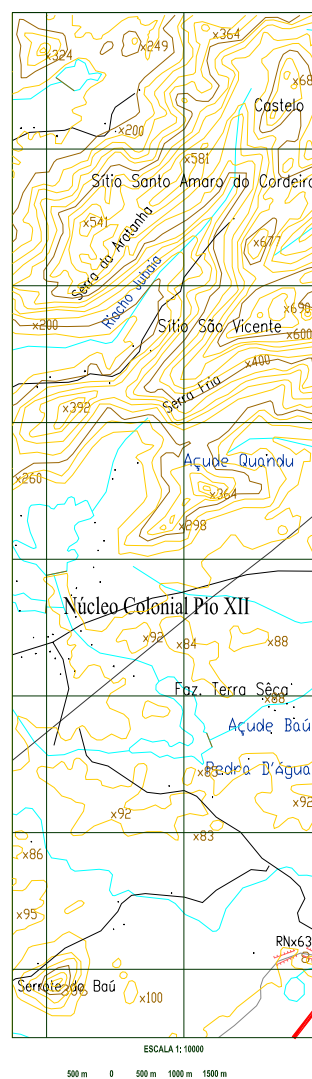
3 VERTICES DA POLIGONAL

1
0537000
9558000

2
0537000
9543000

3
0532500
9543000

4
0532500
9558000



2

Figura 1. Mapa de localização e acesso à área

Análise petrográfica Granito Corresponde a uma rocha plutônica félsica holocristalina, inserida no diagrama de Streckeisen no campo 3b (*granito senso strictu*). A coloração varia do cinza claro com tons róseos até uma rocha de matizes avermelhados resultante da alteração intempérica superficial nos

cristais de feldspato potássico. Podem ocorrer com uma estrutura bem isotrópica, ou apresentar uma leve orientação preferencial dos minerais como biotita.

São intrudidos por diques aplíticos, apresentam enclaves micáceos, mobilizados quartzo-feldaspáticos



e pequenas fraturas preenchidas por quartzo. Ocorrem também como xenólitos nos aplitos.

Ao microscópio apresentam textura inequigranular hipiomórfica, sendo constituídos essencialmente por quartzo (30-35%), plagioclásio (20-25%), microclina (12-15%), ortoclásio (13-15%), biotita (5-10%) e muscovita (5-10%). Acessoriamente (5%) ocorre apatita, titanita e opacos.

Granodiorito Corresponde a uma rocha ígnea de caráter plutônico, holocristalina, leucocrática, com uma leve orientação dos feldspatos e dos minerais máficos, de granulação média a grossa com grãos variando de 0,5 a 7 mm, e cuja variação de coloração vai de cinza claro ao cinza escuro.

Ao microscópio essa litologia possui textura inequigranular hipidiomórfica, composta mineralogicamente por plagioclásio (30 - 35%),

quartzo (20 - 25%), microclina (10 - 15%) e biotita (10 - 15%) e ainda muscovita (3%), epidoto (2%) como minerais essenciais, opacos, apatita, zircão como minerais acessórios (<5%).

Algumas correlações entre dados petrográficos e valores físico-mecânicos são diretas e evidentes. Incluindo-se nessa categoria o grau de microfissuramento em relação às porcentagens de porosidade e absorção de água das rochas, a resistência ao desgaste abrasivo (desgaste Amsler) com a concentração de quartzo na rocha e a 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 (Artur *et al.* 2001).

Na Tabela 1 estão representados, de forma resumida, os dados referentes à qualificação petrográfica.

AMOSTRA PARAMETROS	LITOTIPO GRANITO	LITOTIPO GRANODIORITO
Cor no estado seco	cinza-rosado	cinza a cinza-claro
Cor no estado úmido	cinza-escuro	cinza-escuro
Estruturas	não apresenta estruturas	não apresenta estruturas
Textura	hipidiomórfica inequigranular	hipidiomórfica inequigranular
Natureza da rocha	Ígnea	ígnea
Classificação da rocha	granito (3b)	granodiorito
Minerais acessórios	muscovita, apatita, titanita, zircão e opacos	muscovita, epidoto, zircão, apatita e opacos
% Feldspato Potássico (FK)	25	10
Granulação média FK (mm)	2,2	1,6
Contato côncavo-convexo em FK (%)	28,2	30,6
Contato Serrilhado em FK (%)	71,8	69,4
Grau de alteração em FK (%)	20-50	20-50
Número de microfissuras em FK	4	3
% Plagioclásio (PL)	15	35
Granulação média PL (mm)	1,5	1,3
Contato côncavo-convexo em PL (%)	75,4	45,6
Contato Serrilhado em PL (%)	24,6	54,4
Grau de alteração em PL (%)	20-50	20-50
Número de microfissuras em PL	6	4
% Quartzo (Qz)	35	20
Granulação média Qz (mm)	1,2	1,5
Contato côncavo-convexo em Qz (%)	23,8	35,4
Contato Serrilhado em Qz (%)	76,2	64,6
Grau de alteração em Qz (%)	<20	<20
Número de microfissuras em Qz	2	4
% Biotita (Bi)	7	10
Granulação média Bi (mm)	0,8	1,2
Contato plano em Bi (%)	76,4	68,2
Contato Serrilhado em Bi (%)	23,6	31,8
Grau de alteração em Bi (%)	20-50	<20
Número de microfissuras em Bi	5	3
% Muscovita (Ms)	2	2
Granulação média Ms (mm)	1,8	1,6
Contato plano em Ms (%)	76,3	68
Contato Serrilhado em Ms (%)	23,7	32
Grau de alteração em Ms (%)	20-50	20-50
Número de microfissuras em Ms	3	4

Tabela 1. Resultado das análises petrográficas das amostras granito 3b e granodiorito

Índices físicos (NBR 12766/92) Os índices físicos (massa específica, porosidade aparente, absorção de água) são ferramentas de grande importância por proporcionarem uma noção das microdescontinuidades presentes nas rochas, as quais podem ser interpretadas de acordo com o que segue:

1. alta densidade = alta resistência mecânica da rocha;
2. alta porosidade = baixa resistência mecânica da rocha;
3. alta absorção = baixa durabilidade e redução da resistência mecânica com o tempo, e
4. aumento da saturação = menor resistência mecânica.

Na Fig. 2 estão representados os valores de massa específica aparente seca e saturada do granito e do granodiorito. O granodiorito apresenta maiores valores de massa específica, em contraste ao granito cuja densidade é menor. Isto se deve ao maior conteúdo de minerais máficos encontrados no granodiorito.

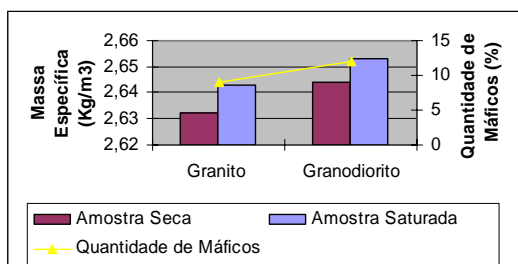


Figura 2. Correlação entre quantidade de máficos e massa específica seca e saturada dos litotipos estudados. Granito e Granodiorito

Como observado na figura 3, os valores de porosidade e absorção de água são maiores no granito, respectivamente 0,830 e 0,315. O granodiorito exibe menor índice de porosidade e absorção de água (0,666; 0,252), o que pode estar relacionado a uma melhor disposição dos contatos entre os grãos, o que estaria concordante com sua maior resistência à compressão uniaxial.

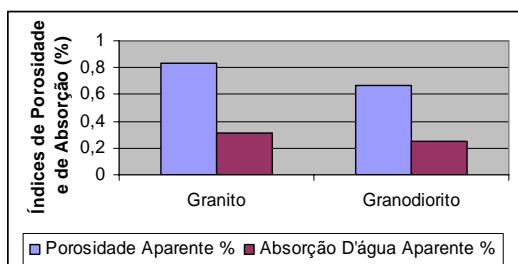


Figura 3. Valores do índice de porosidade aparente e de absorção de água. Granito e Granodiorito

As amostras apresentaram resultados positivos em todos os parâmetros, indicando assim que o material apresenta boa resistência mecânica e durabilidade. Ambos apresentam resultados de massa específica aparente superiores aos valores estabelecidos para essa análise, significando que os mesmos podem ser usados tanto como revestimentos externos como materiais estruturais.

Desgaste por abrasão – desgaste Amsler (NBR 12042/92) O granodiorito apresenta menor resistência ao desgaste abrasivo (Fig. 4), refletindo seu menor percentual de quartzo em relação ao granito. O valor do desgaste abrasivo possui uma relação inversamente proporcional ao conteúdo em quartzo apresentado pela rocha, dado que esse mineral com dureza 7 na escala de Mohs é altamente abrasivo, impondo maior resistência ao desgaste.

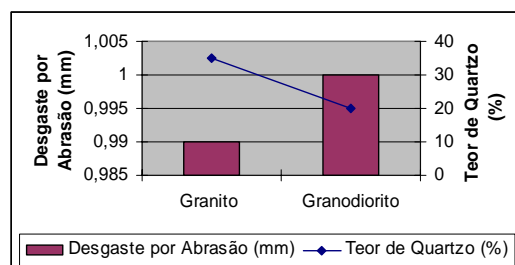


Figura 4. Valores de desgaste em milímetros do granito e do granodiorito, associados ao teor de quartzo

Esses resultados permitem comparar os valores de desgaste para os diferentes materiais que serão utilizados no revestimento de áreas de alto tráfego.

Conforme os resultados obtidos os valores estão enquadrados (Frazão & Farjallat 1995) $\leq 1,0$ nos limites dos padrões estabelecidos, o que sugere uma restrição desses litotipos em locais onde se tenha um alto tráfego.

Esses baixos valores provavelmente são ocasionados pelo elevado grau de alteração de minerais como plagioclásio, biotita e muscovita em ambas as amostras, como registra os dados petrográficos.

Determinação da resistência ao impacto de corpo duro (NBR 12764/92) Por meio da determinação da altura de queda de um corpo sólido que, pelo choque, provoca ruptura do corpo-de-prova, é determinada a resistência da rocha ao impacto. Quanto menores os valores encontrados, menos resistente ao choque será o material, no caso, são imprescindíveis cuidados extras no transporte e na sua colocação.

O diagrama da Fig. 5 mostra que o granito é o menos resistente ao impacto, provavelmente por apresentar uma estrutura porfírica.

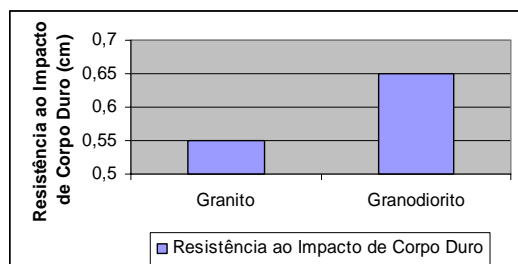


Figura 5. Valores de resistência ao impacto de corpo duro no granito e no granodiorito.

Assim esses resultados subsidiam o dimensionamento de placas a serem utilizadas, tanto no revestimento de pisos, quanto em paredes baixas de revestimento vertical.

Os valores resultantes satisfazem os parâmetros estabelecidos e indicam que as rochas possuem boa resistência ao impacto direto podendo ser dimensionadas nas espessuras normais para uso sem grandes riscos de rompimento.

Esse comportamento deve-se provavelmente ao pequeno número de microfissuras existentes nos litotipos.

Determinação da resistência a compressão uniaxial simples (NBR 12767) Os resultados desse ensaio permitem identificar uma importante propriedade da rocha para a especificação de materiais que poderão ser utilizados com função estrutural em uma obra (pedestais de obras, colunas de sustentação, etc.).

O granito não se enquadra em nenhum dos padrões estabelecidos (Frazão & Farjallat 1995) $\geq 100,0$; ASTM C 615 $\geq 131,0$, enquanto que o granodiorito se enquadra nos padrões de Frazão & Farjallat (1995). No caso do granodiorito têm-se restrições quanto ao uso como materiais estruturais devido aos valores relativamente baixos que provavelmente são ocasionados pelo grau de alteração e disposição dos contatos entre grãos no mesmo.

O gráfico da Fig. 6 apresenta os valores obtidos para a resistência a compressão uniaxial e mostram que o granodiorito é mais resistente em relação ao granito.

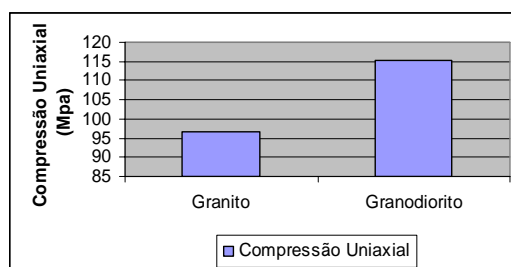


Figura 6. Valores de resistência à compressão uniaxial do granito e do granodiorito.

Determinação da resistência a flexão (NBR 12763)

Os resultados obtidos são caracterizados principalmente pela granulação da rocha, que pode ou não ocasionar problemas na fixação das placas.

No caso do granito novamente apresenta valores abaixo dos parâmetros estabelecidos (Frazão & Farjallat 1995) $\geq 10,0$; ASTM C 615 $\geq 10,3$) como aceitáveis, devido provavelmente ao grau de alteração e disposição dos contatos entre os grãos. O granodiorito apresenta valores dentro dos padrões, tendo assim características positivas para o uso como revestimentos externos.

O diagrama da Fig. 7 mostra que a resistência à flexão é maior no granodiorito do que no granito. O granodiorito apresenta um valor mais elevado (granodiorito = 12,66; granito = 6,83), provavelmente devido ao seu bom engrenamento entre os minerais. O diagrama mostra também a relação direta entre a flexão e a massa específica.

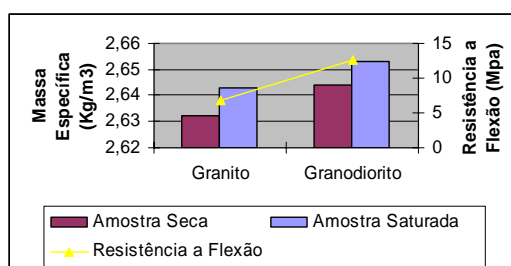


Figura 7. Valores de resistência à flexão do granito e do granodiorito

CONCLUSÕES A observação dos dados coletados no mapeamento na área pesquisada, em conjunto com os dados obtidos dos ensaios de caracterização tecnológica, nos permite concluir o que se segue:

- os dados petrográficos corroboram de forma direta com os valores esperados para as propriedades físico-mecânicas, tais como a presença de alteração, o número de microfissuras em relação à absorção, a quantidade de minerais máficos no acréscimo da densidade, a resistência da rocha ao desgaste devido à



quantidade de quartzo, podendo afetar o uso dessas litologias como rochas ornamentais;

- os dois litotipos estudados apresentam textura e composição mineralógica semelhante, entretanto exibem comportamentos distintos sob o ponto de vista de alguns parâmetros;

- o granito apresenta alguns parâmetros da caracterização, tais como Resistência a Compressão Uniaxial, Resistência a Flexão e Desgaste abaixo dos limites aceitáveis para emprego como rochas ornamentais, provavelmente decorrente do grau de alteração e disposição dos contatos entre grãos, percentual de máficos no mesmo, assim não é aconselhado seu uso em áreas de alto tráfego e como material estrutural;

- o granodiorito possui comportamento favorável aos parâmetros tecnológico, à exceção do desgaste, provavelmente pelo grau de alteração dos minerais que compõem esse litotipo. O fato do mesmo não se enquadrar nos limites dos valores estabelecidos, para essa propriedade, sugere uma restrição ao uso em lugares onde se tenha alto tráfego. O mesmo acontece em relação à Resistência a Compressão Uniaxial, pois os baixos valores limitam sua aplicação como material estrutural, e

- todos dados acima citados mostram que os litotipos apresentam aspectos qualitativos e estéticos para a utilização como material de revestimento, pisos, tampos e bases, bancadas de mesas, etc.

Referências

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS-ASTM. 1992. (C 615) *Standard Specification for Granite Dimension Stone*. Philadelphia, USA.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. 1992. (NBR 12763). *Rochas para Revestimento – Determinação da Resistência à Flexão*.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. 1992. (NBR 12764). *Rochas para Revestimento – Determinação da Resistência ao Impacto de Corpo Duro*.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. 1992. (NBR 12768). *Rochas para Revestimento – Análise Petrográfica*.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. 1992a. (NBR 12766). *Rochas para Revestimento – Determinação da Massa Específica Aparente, Porosidade Aparente e Absorção de Água Aparente*.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. 1992b. (NBR 12767). *Rochas para Revestimento – Determinação da Resistência à Compressão Uniaxial*.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. 1992d. (NBR 12042). *Materiais Inorgânicos – Determinação do Desgaste por Abrasão*.
- COSTA A.P.L. 2000. *Granulitos de Chorozinho (NE do Ceará): Levantamento Geológico e Caracterização Tecnológica como Rochas Ornamentais*. Relatório de Graduação - UFC. 64p.
- COSTA A.P.L. 2003. *Caracterização Geológica e Tecnológica dos Granulitos da Região de Chorozinho (Nordeste do Ceará)*. Dissertação de Mestrado. Curso de Mestrado em Geologia – Fortaleza-CE – UFC. 104p.
- FRAZÃO E.B. & FARJALLAT J.E.S. 1995. *Caracterização das Principais Rochas Silicatadas Brasileiras Usadas como Pedras de Revestimento*. I Congresso Internacional de pedra Natural. Lisboa-Portugal. 47-58 p.
- 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*. Salvador 13-19p.