

# INFLUÊNCIA DA TEXTURA E DA MINERALOGIA NA POROSIDADE APARENTE, ABSORÇÃO DE ÁGUA E DENSIDADE APARENTE DE ROCHAS ÍGNEAS

Ana Paula Meyer <sup>1</sup>

Marcela Lopes Zanon <sup>2</sup>

Antonio Carlos Artur <sup>3</sup>

Núbia Ponce Leão de Oliveira <sup>4</sup>

## Resumo

O trabalho consiste na avaliação dos resultados de índices físicos (porosidade aparente, absorção de água e densidade aparente) obtidos em diferentes amostras de rochas ígneas explotadas como rochas ornamentais e de revestimento no estado de São Paulo e Espírito Santo. Os resultados dos índices físicos foram qualificados conforme os parâmetros de especificação de uso publicado pela Abirochas e relacionados às características petrográficas observadas em cada amostra.

**Palavras-chave:** Índices físicos; Granitóides; Características petrográficas.

## INFLUENCE OF TEXTURE AND MINERALOGY IN APPARENT POROSITY, WATER ABSORPTION AND APPARENT DENSITY OF IGNEOUS ROCKS

## Abstract

The work consists in evaluating the results of physical indices (apparent porosity, water absorption and apparent density) obtained in granitoids exploited as ornamental and revetment stones in the state of São Paulo and Espírito Santo. The results of physical indices were qualified as parameters specification published by Abirochas use and compared the characteristics observed in petrographic samples.

**Keywords:** Physical indices; Granitoids; Characteristics petrographic.

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda do uso das rochas para fins ornamentais e de revestimento se deve de fato, a incomparável beleza exibida por esses materiais. No entanto, além da beleza, os materiais empregados nas edificações devem apresentar também propriedades que atendam às exigências de funcionalidade: durabilidade, segurança e a facilidade de manutenção [1-4]. Dessa forma, para que o material rochoso seja empregado nas edificações de maneira adequada, é necessário à realização da caracterização tecnológica.

A caracterização tecnológica das rochas consiste na determinação de propriedades (porosidade, absorção de água e densidade) e simulações de uso que visam quantificar a resistência da rocha com relação a o desgaste abrasivo, aos esforços de compressão, flexão, etc. O comportamento

tecnológico exibido pelas rochas através da execução dos ensaios tecnológicos é resultado de suas características intrínsecas: composição mineralógica, textura e estrutura [5-10].

Diante da estreita relação existente entre as propriedades tecnológicas das rochas e suas feições petrográficas, o presente trabalho busca relacionar as características petrográficas condicionantes da porosidade aparente, absorção de água e densidade aparente de rochas ígneas utilizadas como rochas ornamentais. Para tanto, o trabalho consistiu na compilação de dados de índices físicos obtidos a partir de determinações em 10 amostras de rochas analisadas em pesquisas desenvolvidas em dissertação de mestrado, trabalho de conclusão de curso e iniciação científica, sendo elas: seis amostras de monzogranitos, três amostras

<sup>1</sup>Geóloga, MSc. Professora, Curso de Graduação em Engenharia de Minas, Coordenadoria de Mineração, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES, Cachoeiro de Itapemirim, ES, Brasil. E-mail: paulam@ifes.edu.br

<sup>2</sup> Geóloga, MSc. Professora, Centro Universitário de Belo Horizonte – UniBH, Belo Horizonte, MG, Brasil. E-mail: marcela@gmail.com

<sup>3</sup>Geólogo, Dr. Professor adjunto, Curso de Graduação em Geologia, Departamento de Petrologia e Metalogenia, Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho – Unesp, Rio Claro, SP, Brasil. E-mail: acartur@rc.unesp.br

<sup>4</sup>Graduanda, Engenharia de Minas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES, Cachoeiro de Itapemirim, ES, Brasil. E-mail: nubia\_oliveira8@hotmail.com

de monzonitos e uma amostra de gabro. Os resultados dos testes foram qualificados conforme os parâmetros tecnológicos sugeridos para a especificação de uso [11] e correlacionados às características petrográficas encontradas nos materiais estudados.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do trabalho foram analisadas 10 amostras de rochas comercializadas como rochas ornamentais e de revestimento (Figura 1). Os materiais analisados consistem em quatro rochas monzograníticas extraídas no estado de São Paulo e comercializadas com o nome fantasia de: Azul Fantástico, Nazaré Paulista, Vermelho Bragança, Rosa Salmão. Três são monzonitos, destes um é comercializado como Preto Bragança e dois como Preto Piracaia (como Preto Piracaia foi analisado um monzonito de textura fina e outro de textura fina a

média). Os demais materiais estudados são extraídos no estado do Espírito Santo, sendo: um gabro comercializado como Preto Santa Angélica e dois monzogranitos vendidos como Cinza Andorinha e Cinza Corumbá. Esses materiais rochosos foram submetidos à determinação dos índices físicos e análise petrográfica conforme procedimentos normatizados [12].

Para a determinação do grau de alteração e tamanho dos cristais das amostras analisadas, seguiram-se as seguintes orientações:

**Grau de alteração:** refere-se à alteração observada em microscópio para cada mineral passível de alteração, tais como plagioclásios (saussuritização, sericitização, epidotização e transformação para carbonatos), feldspato potássico (sericitização, argilominerais) e minerais máficos (cloritização, epidotização e transformações para óxidos e hidróxidos). A partir da identificação da alteração nos minerais, fez-se então a estimativa da porcentagem da área alterada em lâmina e dessa forma, classificou-se a rocha, conforme a Tabela 1.

Para a classificação do tamanho dos minerais encontrados nas rochas, seguiu-se a classificação [13], apresentado na Tabela 2.

Os resultados dos índices físicos obtidos nas amostras das rochas analisadas foram comparados aos parâmetros tecnológicos sugeridos para a especificação de uso encontrado no *Guia de Aplicação de Rochas em Revestimento* [11].

No intuito de identificar determinadas feições petrográficas que possam interferir diretamente na densidade aparente, porosidade aparente e absorção de água das rochas ígneas estudadas, realizou-se a comparação entre os resultados das análises petrográficas e os valores de índices físicos encontrados nessas rochas.

## 3 RESULTADOS

### 3.1 Análise Petrográfica

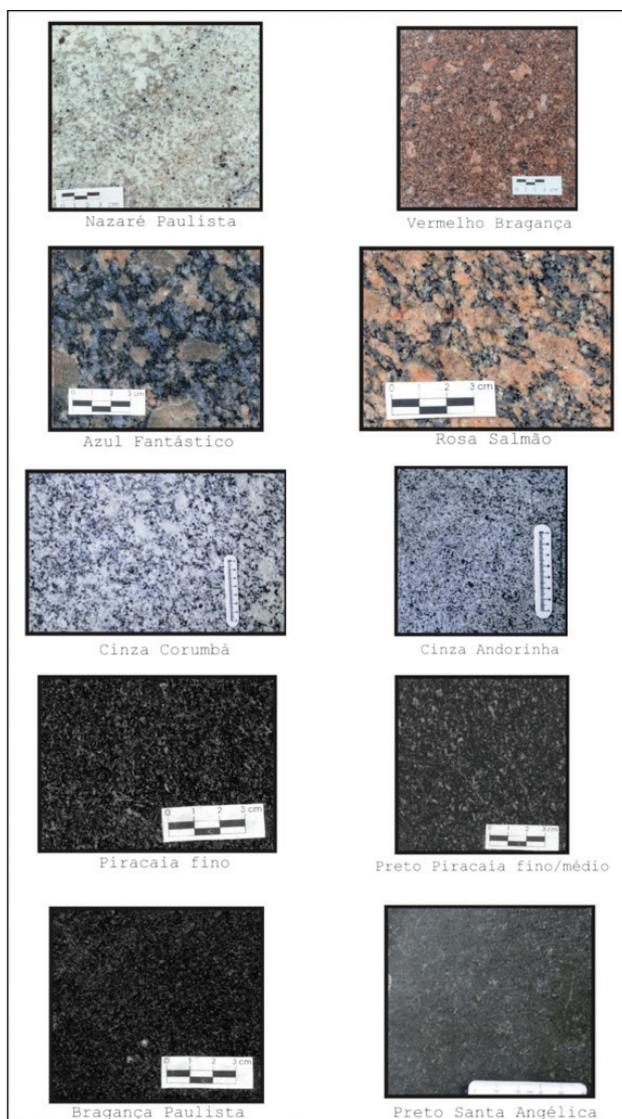
Conforme o estudo petrográfico realizado (Tabela 3), os materiais rochosos estudados foram classificados como monzogranitos, monzonitos e gabro. O grau de alteração

**Tabela 1.** Classificação da rocha conforme o grau de alteração [10]

Grau de alteração	Porcentagem de rocha alterada
Intenso	>60% da rocha alterada
Moderado	>30% <60% da rocha alterada
Incipiente	<30% da rocha alterada

**Tabela 2.** Classificação da textura da rocha conforme o tamanho absoluto dos cristais [13]

Granulação	Tamanho dos cristais
Granulação fina	< 1 mm
Granulação média	1 mm – 5 mm
Granulação grossa	5 mm – 2 cm
Granulação muito grossa	> 2 cm



**Figura 1.** Prancha 1 - Fotos de chapas polidas das rochas ornamentais estudadas.

**Tabela 3.** Síntese dos dados petrográficos das rochas ígneas analisadas

		Rochas									
Síntese dos dados petrográficos	Nazaré Paulista	Monzogranito	Vermelho Bragança	Rosa Salmão	Preto Piracaia	Preto Piracaia	Preto Bra-gança	Preto Santa Angélica	Cinza An-dorinha	Cinza	
	Monzogranito	Biotita Mon-zogranito	Monzogranito	Monzogranito	Monzogranito	Monzogranito	Gabro	Monzogranito	Corumbá		
Tamanho Relativo dos cristais	Inequigranular	Porfírico	Porfírico	Porfírico	Inequigranular	Equigranular	Micro -por-fírico	Equigranular	Equigranular	Inequigranular a profírico	
	Fina a grossa 0,5 a 10	-	-	-	Fina a média 0,3 a 4,0	Fina a média 0,2 a 2,0	-	Fina Média 0,2 a 2,5	Fina a média < 3	Média grossa 1 a 20	
Tamanho Absoluto dos cristais (mm)	-	Média a Grossa 2,0 a 8,0	Fina a Média 0,5 a 3,0	Fina a Média 0,3 a 5,0	-	-	Fina 0,2 a 0,7	-	--	-	
	-	Muito Grossa 20 a 50	Grossa a Muito Grossa 10 a 30	Grossa a Muito Grossa 15 a 40	-	-	Fina a Média 0,9 a 1,3	-	-	-	
% de minerais máficos	6,3	18,3	5,3	10,5	34,8	39,7	41,6	28	12	10	
Orientação dos minerais	Não obser-vada	Orientada	Não obser-vada	Orientada	Orientada	Discretamente orientada	Não obser-vada	Não obser-vada	Não obser-vada	Orientada	
Alteração mineral	Incipiente	Incipiente moderada	Moderada	Incipiente	Incipiente a moderada	Incipiente a moderada	Incipiente	Incipiente	Incipiente	Incipiente	

dessas rochas variou de incipiente a moderado. Com relação à orientação dos minerais, as rochas analisadas foram caracterizadas como orientada (nítida visualização da orientação dos minerais presentes na rocha), discretamente orientada (presença de orientação, porém não muito marcada pelos minerais) e orientação não observada (tanto macroscopicamente como microscopicamente). A respeito do tamanho dos cristais, as rochas exibiram texturas que variaram de equigranular a inequigranular/porfírica com tamanho absoluto variando de fina a muito grossa. O índice de cor nas amostras variou de leucocrática a mesocrática.

### 3.2 Índices físicos

Os valores de densidade aparente das rochas analisadas variaram de 2.614 kg/m<sup>3</sup> até 2.951 kg/m<sup>3</sup> (Tabela 4), sendo que os menores valores correspondem ao monzogranitos e os maiores, aos monzonitos e gabro. Já os valores de porosidade variaram de 0,30% até 0,89% (Tabela 4). A absorção de água nessas rochas variou de 0,11% a 0,34% (Tabela 4). Tanto para porosidade quanto para a absorção de água, os valores mais elevados foram associados aos monzogranitos de granulção fina a muito grossa.

## 4 DISCUSSÕES

De acordo com os parâmetros tecnológicos sugeridos para a especificação de uso [11], a porosidade aparente das rochas foi qualificada como baixa e muito baixa

(Tabela 5). As rochas monzograníticas (Nazaré Paulista, Azul Fantástico, Vermelho Bragança, Rosa Salmão) apresentaram baixa porosidade. Já as rochas Preto Piracaia, Preto Bragança, Preto Santa Angélica, Cinza Andorinha e Cinza Corumbá, foram classificados como de porosidade aparente muito baixa.

Comparando as feições petrográficas exibidas pelas rochas analisadas (Tabela 3) aos valores de porosidade aparente (Tabela 5), nota-se que as rochas que apresentaram granulometria variando de fina a muito grossa apresentaram porosidade baixa e as rochas de granulção fina a média apresentaram porosidade aparente muito baixa. Contudo, a rocha Nazaré Paulista de granulometria fina a grossa apresentou baixa porosidade e a rocha Cinza Corumbá de granulometria média a grossa apresentou porosidade muito baixa. Esta diferença é justificada pela heterogeneidade da granulção no material Nazaré Paulista, onde em algumas amostras prevalece a granulometria grossa. Já a rocha Cinza Corumbá é um material bastante homogêneo predominando a granulometria média, sendo as dimensões de 20 mm atribuídas aos fenocristais presentes neste material.

A orientação e a alteração mineral estão presentes tanto nas rochas de porosidade baixa quanto nas de porosidade muito baixa (Tabela 3). Acredita-se que o fato da alteração mineral não promover alterações nos valores de porosidade e absorção de água nas rochas analisadas é explicado pelo grau de alteração existente nessas rochas, ser pouco expressivo, classificado como moderado a

**Tabela 4.** Valores de índices físicos exibidos pelas rochas analisadas

Índices Físicos	Rochas									
	Nazaré Paulista	Azul fantástico	Vermelho Bragança	Rosa Salmão	Preto Piracaia Médio/fino	Preto Piracaia Fino	Preto Bragança	Preto Santa Angélica	Cinza Andorinha	Cinza Corumbá
Densidade aparente (kg/m <sup>3</sup> )	2.614	2.699	2.621	2.639	2.823	2.851	2.770	2.951	2.682	2.647
Porosidade aparente (%)	0,8	0,68	0,89	0,64	0,38	0,34	0,44	0,34	0,3	0,48
Absorção de água (%)	0,31	0,25	0,34	0,24	0,13	0,12	0,16	0,12	0,11	0,18

**Tabela 5.** Comparação dos valores de índices físicos das amostras de rochas analisadas aos parâmetros tecnológicos sugeridos para a especificação de uso da [11]

Índices Físicos	Rochas									
	Nazaré Paulista	Azul fantástico	Vermelho Bragança	Rosa Salmão	Preto Piracaia Médio/fino	Preto Piracaia Fino	Preto Bragança	Preto Santa Angélica	Cinza Andorinha	Cinza Corumbá
Densidade aparente (kg/m <sup>3</sup> )	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
Porosidade aparente (%)	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito Baixa	Muito Baixa
Absorção de água (%)	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa

N.E: Não especificado.

incipiente (Tabela 1). O mesmo acontece com a orientação dos minerais, pois entre as rochas estudadas não foi observado acentuada estruturação dos cristais, o que poderia contribuir também para o aumento da porosidade e conseqüentemente a absorção água dessas rochas.

A absorção de água em todas as amostras analisadas foi qualificada como baixa (Tabela 5). Porém nas rochas qualificadas como de porosidade muito baixa (Preto Piracaia, Preto Bragança, Preto Santa Angélica, Cinza Andorinha e Cinza Corumbá), os valores de absorção de água obtidos foram na ordem de 0,1%, atingindo o valor máximo de 0,13%. Nas rochas com porosidade baixa (Nazaré Paulista, Azul Fantástico, Vermelho Bragança e Rosa Salmão), os valores de absorção de água variaram na ordem de 0,2% a 0,3%.

A densidade aparente obtida nas rochas estudadas não foi qualificada devido à inexistência dos parâmetros tecnológicos sugeridos para a especificação de uso [11].

Observando os valores de densidade aparente obtidos nas amostras, nota-se que materiais mais porosos e, conseqüentemente, com maior absorção de água, tendem a ser menos densos. No entanto, nem sempre a rocha que apresenta a menor porosidade e absorção de água terá a maior densidade, como pode ser observado quando se analisa os resultados obtidos a rocha Cinza Andorinha. Essa rocha apresentou a menor porosidade e a menor absorção de água entre as demais rochas analisadas, porém a densidade aparente desse material não foi a maior. As maiores densidades foram registradas nos materiais rochosos de coloração preta, os quais apresentaram as maiores porcentagens de minerais máficos. Nesses materiais a densidade aparente variou na ordem de 2.800 kg/m<sup>3</sup> a 2.900 kg/m<sup>3</sup>.

Nos monzogranitos, a densidade aparente registrada foi na ordem de 2.600 kg/m<sup>3</sup>, sendo que o maior valor registrado entre as rochas monzograníticas foi de 2.699 kg/m<sup>3</sup> (Tabela 4), obtido no material Azul Fantástico, sendo este, a rocha monzogranítica com maior porcentagem de máficos (Tabela 3). Os monzogranitos Nazaré Paulista e Vermelho Bragança apresentaram as menores densidades aparentes e também as menores porcentagens de minerais máficos.

Entre os materiais de maior densidade aparente (monzonitos e gabro), o destaque é para o gabro (Preto Santa Angélica) (Tabela 4). Mesmo esse material apresentando uma porcentagem de máficos inferior aos demais

materiais pretos (Tabela 3), a sua densidade é superior. A maior densidade conferida ao Preto Santa Angélica se deve à presença de piroxênio na composição, a passo que nos materiais monzoníticos, o principal mineral máfico é a biotita de densidade relativamente mais baixa.

## 5 CONCLUSÕES

Os valores de índices físicos obtidos nas rochas ígneas analisadas demonstraram uma forte relação com a textura e a composição mineral.

As rochas qualificadas como de baixa porosidade, conforme especificação de uso [11], apresentaram granulações que oscilaram de fina a muito grossa. Rochas qualificadas como de porosidade muito baixa tiveram o tamanho dos minerais variando de fino a médio.

Todas as amostras de rochas analisadas foram classificadas como de baixa absorção de água, de acordo com a especificação de uso [11]. No entanto, numericamente os valores apresentados tiveram diferenças consideráveis, variando de 0,11% a 0,34%. Os menores valores, na ordem de 0,1%, foram obtidos nos materiais monzoníticos e no gabro, sendo esses os de porosidade muito baixa e também os de granulações mais finas.

Os materiais rochosos de maior densidade aparente foram aqueles que apresentaram maior porcentagem de minerais máficos associados (monzonitos e gabro).

De acordo como os resultados apresentados, verifica-se que há uma tendência das rochas ígneas de texturas mais finas apresentarem também as menores porosidades e absorção de água. Com relação à densidade aparente percebe-se que, quanto maior for a porcentagem de minerais ferro-magnesianos presentes, maior será também a densidade aparente da rocha, além da quantidade de máficos, o tipo do mineral ferro-magnésiano contido na rocha também influência na densidade da mesma.

## Agradecimentos

À Fapesp pelo apoio financeiro através dos Processos 99/10453-3 e 01/02681-8 e ao Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Espírito Santo pelo apoio financeiro através da bolsa de Iniciação Científica Pibic-IFES/2011.

## REFERÊNCIAS

- 1 Frazão EB, Farjallat JES. Características tecnológicas das principais rochas silicáticas brasileiras usadas como pedras de revestimento. In: 1º Congresso Internacional da Pedra Natura. 1995; Lisboa, Portugal. Lisboa: CIMPOR; 1995. p.47-58.
- 2 Frascá MHBO. Qualificação de rochas ornamentais e para revestimento de edificações: caracterização tecnológica e ensaios de alterabilidade. In: Anais do I Simp. Brasileiro de Rochas Ornamentais e II Seminário de Rochas Ornamentais do Nordeste; 2002; Salvador, Brasil. Rio de Janeiro: Ed. CETEM/MCT; 2002. p.128-135.

- 3 Mendes VA, Franzen M, Borba ALS. Importância do controle de qualidade na aplicação de rochas ornamentais como revestimento na construção civil. *Revista Rochas de Qualidade*. 2011;216(6):171-176.
- 4 Waks AS. A importância do consultor para a obra. *Revista Rochas de Qualidade*. 2011;216(2):112-113.
- 5 Rodrigues EP, Chiodi F, Coutinho JJM. Importância da petrografia para a previsão do comportamento e da durabilidade de rochas ornamentais. *Rochas & Equipamentos. Revista Rochas e Equipamentos*. 1997;47:78-86.
- 6 Navarro FC. Granitos ornamentais: análise petrográfica na previsão do comportamento físico-mecânico. In: II Congresso Uruguaio de Geologia; 1998; Montevideo, Uruguai. Montevideo: Sociedade Uruguaya de Geologia; 1998. p.103-107.
- 7 Navarro FC. *Caracterização petrográfica como técnica para a previsão do comportamento físico e mecânico de "granitos" ornamentais* [mestrado em geociências]. Rio Claro: Programa de Pós-Graduação em Geologia Regional, Universidade Estadual Júlio Mesquita Filho (Unesp); 2002.
- 8 Navarro FC, Artur AC. Correlação entre características petrográficas e propriedades tecnológicas de granitos ornamentais: proposição de equações matemáticas. In: Anais do I Simp. Brasileiro de Rochas Ornamentais e II Seminário de Rochas Ornamentais do Nordeste; 2001; Salvador, Brasil. Rio de Janeiro: Ed. CETEM/MCT; 2001. p. 45-52.
- 9 Artur AC, Meyer AP, Wernick E. Características tecnológicas de granitos ornamentais: a influência da mineralogia, textura e estrutura da rocha. Dados comparativos e implicações de utilização. In: Anais do I Simp. Brasileiro de Rochas Ornamentais e II Seminário de Rochas Ornamentais do Nordeste; 2001; Salvador, Brasil. Rio de Janeiro: Ed. CETEM/MCT; 2001. p. 13-19.
- 10 Meyer AP. *A influência da petrografia no comportamento tecnológico de rochas ornamentais do Complexo Socorro (SP) e Maciço Pedra Branca (MG)* [mestrado em geociências]. Rio Claro: Programa de Pós-Graduação em Geologia Regional, Universidade Estadual Júlio Mesquita Filho (Unesp); 2003.
- 11 Abirochas. *A diversidade das rochas ornamentais: critérios de especificação e aplicação em revestimentos*; 2009 [acesso em 3 fev. 2012]. Disponível em: [http://www.ivolution.com.br/news/upload\\_pdf/6191/Apresenta\\_Expoacabamentos.pdf](http://www.ivolution.com.br/news/upload_pdf/6191/Apresenta_Expoacabamentos.pdf).
- 12 Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 158452010: Rochas para revestimento Métodos de ensaio*. São Paulo: ABNT; 2010.
- 13 Sgarbi GNC. *Petrografia Macroscópica das Rochas Ígneas, Sedimentares e Metamórficas*. Belo Horizonte: UFMG; 2007.

Recebido em: 20 Out. 2013

Aceito em: 18 Ago. 2014