


# Caracterização tecnológica e mineralógica do Pegmatoide ‘Dália’ para aplicações ornamentais


Alinne Marianne Martins Araújo <sup>1\*</sup> 

Laércio Leal dos Santos <sup>1</sup> 


Willian de Paiva <sup>1</sup> 

Felisbela Maria da Costa Oliveira <sup>2</sup> 

Dwight Rodrigues Soares <sup>3</sup> 

Antônio Augusto Pereira Sousa <sup>4</sup> 

Elibe Silva Souza <sup>5</sup> 

Josenildo Isidro dos Santos Filho <sup>6</sup> 

## Resumo

A adequação de rochas ornamentais para aplicações práticas, como revestimentos e estruturas decorativas, depende diretamente de suas propriedades físicas e mineralógicas. Este estudo investigou o pegmatoide Dália, localizado em Parelhas/RN, com o objetivo de avaliar sua observação como material ornamental. Foram realizadas observações de densidade aparente (2.580 kg/m<sup>3</sup>), porosidade (0,93%) e absorção de água (0,36%), que estão dentro dos limites estabelecidos pelas normas ABNT NBR 15845 e ASTM C 615. Análises petrográficas através de lâminas delgadas e mineralógicas por difração de raios X (DRX) e fluorescência de raios X (FRX) revelaram predominância de quartzo (40%), microclina (35%) e albita (5%), além da presença de acessórios de muscovita e granada. Estes resultados indicam que o material apresenta boa durabilidade e resistência à absorção de água e porosidade, sendo adequado para aplicações em ambientes úmidos e externos, como pias e bancadas. No entanto, testes adicionais de alterabilidade são recomendados devido à presença de minerais suscetíveis a alterações, como mica e granada, para garantir a durabilidade a longo prazo em condições de exposição prolongada à umidade. Este conjunto de dados reforça o potencial do pegmatoide Dália como uma alternativa viável e de qualidade para o mercado de rochas ornamentais.

**Palavras-chave:** Difração de raios X; Petrografia; Absorção d'água.

## Technological and mineralogical characterization of the ‘Dália’ Pegmatoid for ornamental applications

## Abstract

The suitability of ornamental rocks for practical applications, such as cladding and decorative structures, depends directly on their physical and mineralogical properties. This study investigated the Dália pegmatite, located in Parelhas/RN, with the aim of assessing its suitability as an ornamental material. Observations were made of apparent density (2,580 kg/m<sup>3</sup>), porosity (0.93%) and water absorption (0.36%), which are within the limits established by the ABNT NBR 15845 and ASTM C 615 standards. Petrographic analysis using thin sheets and mineralogical analysis using X-ray diffraction (XRD) and X-ray fluorescence (XRF) revealed a predominance of quartz (40%), microcline (35%) and albite (5%), as well as the presence of muscovite and garnet accessories. These results indicate that the material has good durability and resistance to water absorption and porosity, making it suitable for applications in humid and external environments, such as sinks and countertops. However, additional alterability tests are recommended due to the presence of minerals susceptible

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, Brasil.

<sup>2</sup> Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, Brasil.

<sup>3</sup> Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, Brasil.

<sup>4</sup> Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

<sup>5</sup> Departamento de Mineração, Instituto Federal da Paraíba, Campina Grande, PB, Brasil.

<sup>6</sup> Departamento de Química, Universidade Estadual da Paraíba Campina Grande, PB, Brasil.

<sup>7</sup> Programa de Pós-graduação em Ciência de Materiais, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

<sup>8</sup> Programa de Pós-graduação em Ciência de Materiais Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Brasil.

\*Autor correspondente: [alinne.marianne@gmail.com](mailto:alinne.marianne@gmail.com)



to alteration, such as mica and garnet, to ensure long-term durability in conditions of prolonged exposure to humidity. This set of data reinforces the potential of Dália pegmatite as a viable, quality alternative for the ornamental stone market.

**Keywords:** X-ray diffraction; Petrography; Water absorption.

## 1 Introdução

Desde os primórdios da humanidade as rochas estão presentes na vida do ser humano sendo usadas como material de construção, revestimento, esculturas e em funerária. Sendo as rochas materiais naturais, não existe, portanto, controle de qualidade na fabricação destes produtos. Assim é necessário o conhecimento das suas propriedades físicas, tecnológicas além do conhecimento da sua composição química e mineralógica para que o litotipo tenha seu melhor uso e aplicação; faz-se também necessário o estudo das características da jazida para que se estabeleça o melhor plano de exploração do material possibilitando desta forma obtenção de melhores blocos de partição e menor passivo ambiental. O conhecimento de propriedades físicas como densidade, porosidade e absorção d'água aparentes, além da composição química e mineralógica, permitem inferir sobre o comportamento da rocha sob ação das intempéries e quando submetidas a esforços de compressão e flexão. Neste estudo, além das propriedades físicas (densidade, porosidade e absorção d'água), análises de difractometria de raios X (DRX) e fluorescência de raios X (FRX) foram utilizadas em complemento à análise petrográfica da rocha pegmatoide comercialmente denominada Dália, cuja jazida se situa em Parelhas, Rio Grande do Norte. Os ensaios foram realizados de acordo com as normas ABNT NBR 15845 [1] e ASTM C 615 [2].

## 2 Área, materiais e ensaios

Para a elaboração deste estudo, primeiramente, conduziu-se uma análise geológica da região onde o material é encontrado, com obtenção de amostras representativas. Em seguida, corpos de prova foram preparados e submetidos a ensaios de densidade aparente, absorção d'água e porosidade, conforme as normas da ABNT NBR 15845 [3]. Por último, lâminas petrográficas foram analisadas por meio de métodos de microscopia e amostras passaram por processos de pulverização, quarteamento e homogeneização em ambiente laboratorial para caracterização química e mineralógica através de difração de raios X (DRX) e fluorescência de raios X (FRX).

### 2.1 Localização da área

A área da pedreira está localizada na região do Seridó, Rio Grande do Norte, mais precisamente, no Sítio Mufumbo, município de Parelhas, inserida na Folha Jardim do Seridó,

(Referência: SB.24-Z-B-V, SUDENE - Ano 1972, Escala: 1:100.000) [4], conforme Figura 1.

### 2.2 Geologia

O município de Parelhas, do ponto de vista geológico, encontra-se localizado na Província da Borborema, e é composto por diferentes tipos de rochas, incluindo o Complexo Serra dos Quintos (PPsq), a Formação Equador (NP3s/se) e a Suíte Calcicalcina de Médio a Alto Potássio Itaporanga (NP3U2cm).

A rocha sob estudo está situada na Faixa de Dobramentos Seridó, que é caracterizada por uma base composta por gnaisses, granitos e migmatitos de idade Paleoproterozóica, coberta por uma sequência supracrustal metavulcanossedimentar do Neoproterozóico, conhecida como Grupo Seridó [6,7].

Essa sequência inclui: Formação Jucurutu: Paragnaisses ricos em quartzo e feldspato, com uma presença limitada de biotita, muscovita e epidoto; Formação Equador: Rochas metamórficas compostas principalmente por muscovita-quartzitos, apresentando características de fácies arcoseanas e metaconglomerados; Formação Seridó: Esta é a unidade estratigráfica mais característica da região, destacando-se por conter predominantemente xistos com granada e biotita. Vale ressaltar a presença de corpos graníticos em toda a Faixa Seridó, que intrudem diversas unidades estratigráficas, alguns dos quais são explorados como rochas ornamentais.

### 2.3 Material

O litotipo estudado, comercialmente denominado Dália, é uma rocha petrograficamente classificada como um pegmatoide; ocorre sob a forma de diques intrusivos, intercalados por rochas metamórficas denominadas regionalmente de Micaxisto Seridó, (Figura 2a).

A rocha é constituída basicamente por quartzo, feldspato (microclina), micas (muscovita e biotita) turmalina negra, granadas (grossulária), hornblenda, apatitas, entre outros; pode ser observado a presença predominante de feldspato (Figura 2b). A rocha apresenta uma coloração variando de branco a cinza clara, granulação grosseira (3cm a 5cm), caracterizando-a como pegmatoide.

### 2.4 Ensaios

Foram realizados ensaios de caracterização tecnológica que incluíram análises petrográficas, determinações da densidade aparente, absorção d'água e porosidade. Também foram utilizadas técnicas de difração de raios X (DRX) e espectroscopia de fluorescência de raios X (FRX).

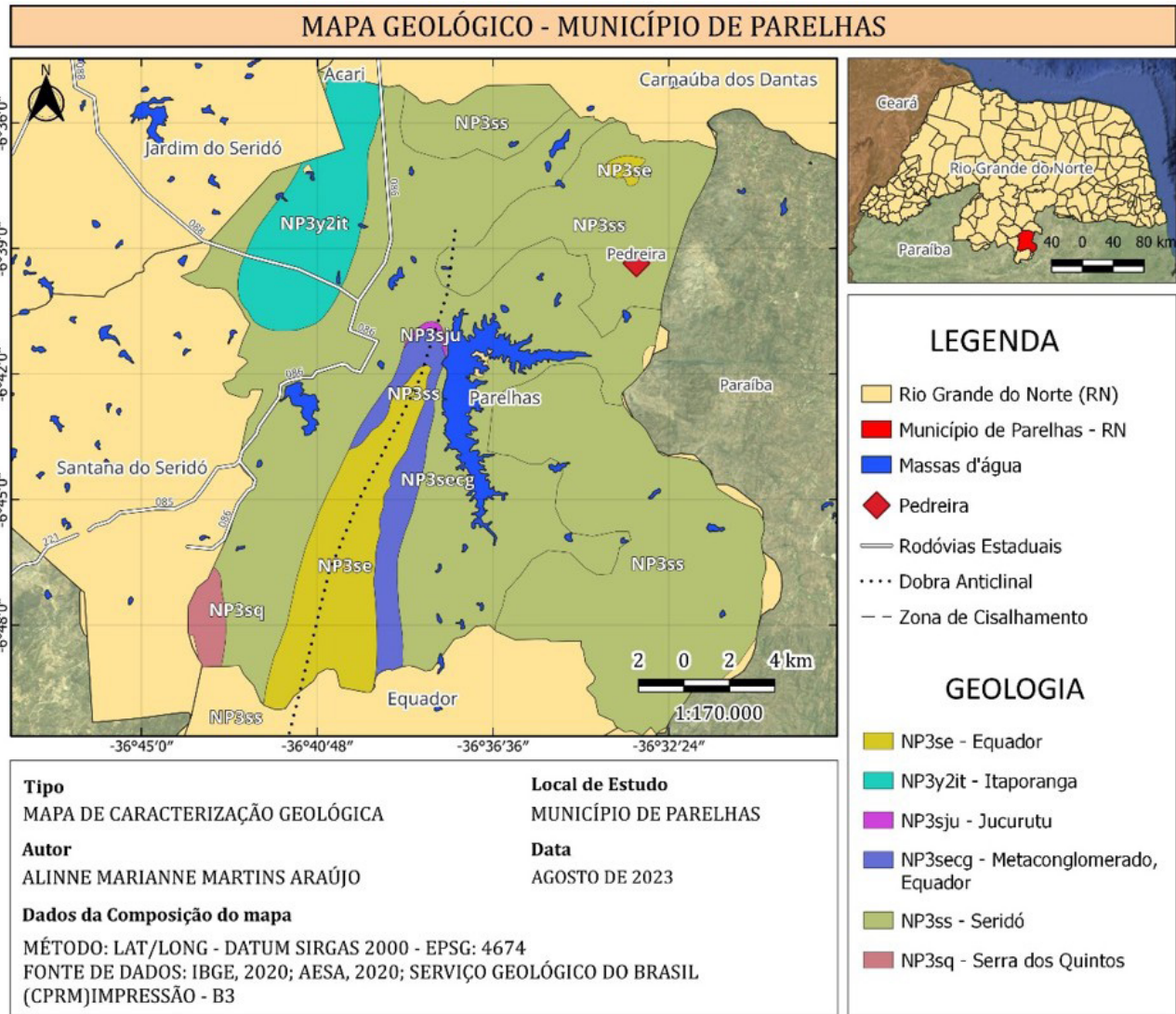
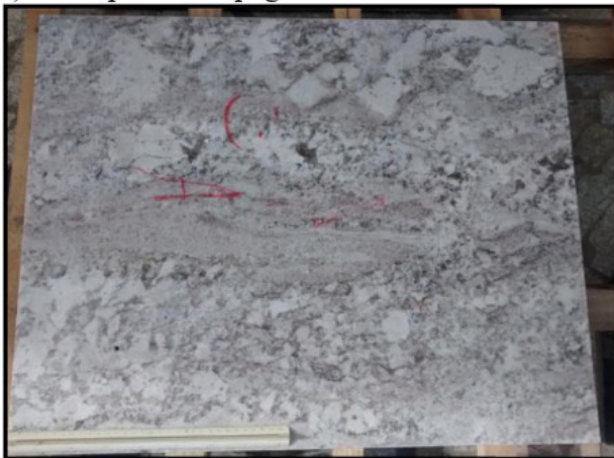


Figura 1. Mapa geológico simplificado da região do Seridó, estado do Rio Grande do Norte, com a localização do Município de Parelhas. Fonte: Medeiros e Dantas, adaptado de Angelim et al. (2006). [5]

a) Placa polida do pegmatoide.



b) Aspecto da textura da amostra pegmatoide.



Figura 2. Vista do pegmatoide Dália: (a) Placa polida; (b) Aspecto da textura da amostra de mão da rocha em estudo.

### 2.4.1 Análise petrográfica

A análise petrográfica foi conduzida por meio da inspeção visual macroscópica de amostras in natura, conforme as diretrizes estabelecidas na norma NBR 15845 [8]. Além disso, foram realizadas análises microscópicas em lâminas delgadas, nas quais os minerais presentes e suas relações (ou arranjo textural) foram descritos. Durante esse processo, também foi observado o estado de microfissuração e o grau de alteração tanto das rochas quanto de seus componentes minerais. Assim a rocha foi formalmente classificada. Todas as análises petrográficas foram conduzidas nas instalações do laboratório de microscopia ótica do Departamento de Geologia da UFPE. A técnica utiliza luz natural, conoscopica e ortocospica - microscópio modelo Olympus.

### 2.4.2 Índices físicos

Após a preparação adequada dos corpos de prova, procedeu-se à realização dos ensaios para determinar os parâmetros de densidade aparente, porosidade aparente e absorção d'água, conforme especificado na norma NBR 15845 [3]. Esses ensaios foram conduzidos no laboratório de Caracterização Tecnológica do Departamento de Engenharia de Minas da UFPE.

Dez corpos de prova com dimensões de (5x5x2) cm foram submetidos a pesagens ao ar e submersos nos estados secos e saturados, para determinação da massa seca (A(Msec)), submersa (C(Msub)) e saturada (B(Msat)). Com base nos pesos obtidos (seco, saturado e submerso), foram calculadas as seguintes propriedades: (Equação 1) - massa específica seca (a) em (Kg/m<sup>3</sup>) das amostras, (Equação 2) - porosidade (%) e (Equação 3) - absorção d'água (%), utilizando as Equações de 1 a 3 a seguir:

$$P_{sec} = A / (B - C) \left( Kg / m^3 \right) \quad (1)$$

$$n = (B - A) / (B - C) \times 100(\%) \quad (2)$$

$$\alpha = (B - A) / A \times 100(\%) \quad (3)$$

É importante destacar que a massa específica e a porosidade aparente possuem uma relação direta com a resistência físico-mecânica das rochas sob cargas de compressão e flexão. Além disso, o índice de absorção d'água está relacionado à capacidade de infiltração de líquidos [9]. Essas propriedades desempenham um papel fundamental na avaliação indireta do grau de alteração das rochas, uma vez que muitas das patologias observadas em revestimentos de rochas, como manchas e descamações, frequentemente estão associadas à percolação e/ou acúmulo de soluções nos elementos de rocha [10].

## 2.5 Análise mineralógica do pegmatoide Dália

### 2.5.1 Difração de raios X

O método de difração de raios X (DRX), utilizado para determinação da composição mineralógica do pegmatoide

Dália, é baseado na difração de raios X por planos atômicos periódicos e na detecção do ângulo do sinal difratado. A interpretação geométrica do fenômeno de DRX (interferências construtivas) é dada pela lei de Bragg. O padrão de difração registrado contém contribuições de várias características estruturais de uma amostra, como parâmetros de rede, grupo espacial, estrutura do cristal, composição química, deformação, tamanho do cristalito e análise de fases [11].

Uma subamostra de 150 gramas foi retirada da fração 35 mesh, e foi cominuída em um moinho de discos pulverizador – Matiole, por 2 min, obtendo-se o pó < 200 mesh; após a pulverização a massa obtida foi homogeneizada e quarteada para obtenção de alíquotas formadas em duplicatas representativas da amostra global, onde uma das amostras foi enviada para o laboratório de análise e a outra arquivada. Os difratogramas de raios X foram obtidos em um difratômetro Shimadzu XRD 7000, usando radiação CuK $\alpha$  ( $\lambda = 1,5418$  Å), passo de 0,02, e 2 $\theta$  na faixa entre 5° e 80°.

### 2.5.2 Fluorescência de raios X (FRX)

A técnica de FRX detecta e quantifica concentrações químicas dos elementos da amostra. Assim, cada átomo absorve fótons de raios X, decaindo e emitindo fluorescência em sua faixa de energia característica. A amostra foi analisada sob a forma de pó (preparado pelo mesmo método da análise de DRX) em um instrumento de FRX portátil Thermo Scientific Niton XL3T, usando método de análise química semi-quantitativa para quantificar a química das misturas, e os resultados foram expressos como teor de SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, CuO, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, SO<sub>3</sub>. TiO<sub>2</sub> MnO e BAL (elementos leves (Z < 12)) [12].

## 3 Resultados

Os resultados obtidos a partir das análises mineralógicas, químicas, petrográficas e dos ensaios das propriedades físicas serão discutidos a seguir.

### 3.1 Descrição petrográfica

- Macroscópica: O material apresenta-se sob a forma de um paralelepípedo de rocha (22 cm x 10 cm x 4 cm) e uma placa polida (30 cm x 29 cm x 3,5 cm), classificado como um pegmatoide de coloração predominantemente branca, com manchas acinzentadas devido à presença de quartzo e micas (biotita e muscovita). Fissuras de dimensões centimétricas são visíveis, seguindo padrões de estrutura pertítica ou distribuídas de forma aleatória. Os cristais de feldspato potássico (K-feldspato) exibem iridescência na superfície polida. A Tabela 1 apresenta a estimativa percentual dos minerais constituintes do pegmatoide Dália. A presença abundante de micas, especialmente cristais de grandes dimensões (cerca de 6 cm), provoca a

**Tabela 1.** Estimativa percentual da proporção volumétrica dos minerais no pegmatoide

Amostra	%
Quartzo	40
Microclina	35
Albita	5
Muscovita	10
Minerais acessórios	10
Total	100

formação de cavidades e rupturas na chapa. Os blocos apresentam cristais de granada, de cor alaranjada, com tamanhos variando de milimétricos a subcentimétricos, incluídos na matriz quartzo-feldspática.

- b) Microscópica: A Figura 3 apresenta, em lâmina delgada, feldspatos com sinais de alteração incipiente, evidenciados por processos de argilização e sericitização nas superfícies e fraturas. A extinção ondulante, observada em todos os minerais, indica a influência de esforços tectônicos. As micas, compostas por biotita e muscovita, ocorrem em arranjos de lamelas paralelas ou entrecruzadas. A microclina é identificada como o feldspato dominante, com a albita presente em menor quantidade. Minerais acessórios incluem granada e um cristal isolado de epidoto.

### 3.2 Índices físicos

As especificações técnicas foram conduzidas de acordo com a norma ABNT NBR 15845 [3] e a norma americana ASTM C 615 [2], ambas aplicáveis a materiais graníticos, como o pegmatoide analisado neste estudo. A Tabela 2 apresenta os valores médios dos índices físicos obtidos.

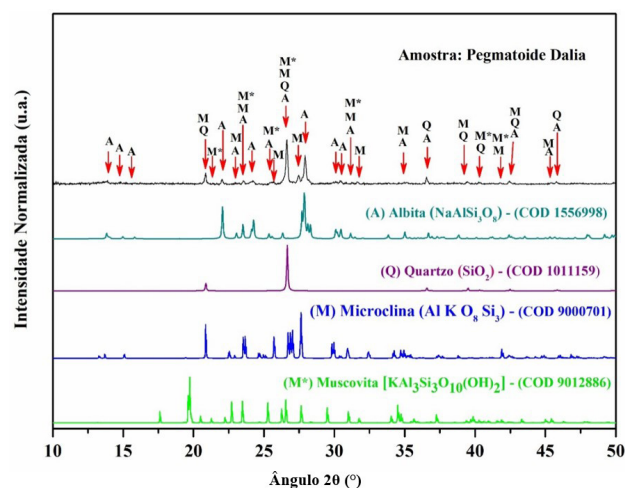
A compreensão dos parâmetros físicos do pegmatoide Dália, aliada à sua caracterização mineralógica, é fundamental para determinar suas aplicações e usos adequados. O pegmatoide Dália exibe uma coloração clara e uma granulação grossa, com cristais de tamanho considerável, conferindo-lhe um aspecto estético distinto e atrativo, amplamente valorizado por arquitetos e construtores para fins ornamentais.

### 3.3 Difração de Raios X (DRX)

O difratograma de raios X da amostra de pegmatoide Dália (Figura 4), revela a presença de diversos minerais, como albita ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ), quartzo ( $\text{SiO}_2$ ), microclina ( $\text{AlK}_8\text{Si}_3$ ) e muscovita [ $\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ ]. Os picos de difração, marcados com letras e setas vermelhas no gráfico, indicam a intensidade de difração (no eixo vertical, em unidades arbitrárias de intensidade normalizada) em função do ângulo  $2\theta$  (no eixo horizontal, em graus). A albita é identificada por múltiplos picos de difração ao longo do espectro, principalmente na faixa de  $2\theta$  entre  $10^\circ$  e  $40^\circ$ .

**Tabela 2.** Média dos valores referentes aos índices físicos do pegmatoide

Material	Densidade aparente ( $\text{Kg/m}^3$ )	Porosidade (%)	Absorção (%)
Dália	2.580	0.93	0,36

**Figura 3.** Lâmina petrográfica do pegmatoide Dália com destaque as microfissuras de quartzo. Fonte: Araújo [13].**Figura 4.** Difratograma da amostra do pegmatoide Dália comparado aos padrões simulados de albita (A), quartzo (Q), microclina (M) e muscovita (M\*), com indicação dos picos característicos de cada mineral.

A presença de vários picos de alta intensidade (indicados por “A”) confirma que a albita é um dos minerais majoritários na amostra. Os picos característicos de quartzo aparecem em diferentes pontos, como entre  $20^\circ$  e  $30^\circ$  de  $2\theta$ . Esses picos de alta intensidade indicam que o quartzo também é um componente significativo da amostra, com uma estrutura cristalina bem definida e estável. A microclina é identificada pelos picos marcados com “M”, que aparecem entre aproximadamente  $25^\circ$  e  $45^\circ$  de  $2\theta$ . Esses picos demonstram a presença de feldspato potássico, contribuindo para a diversidade mineralógica da amostra. A muscovita, uma mica hidratada, é representada pelos picos marcados

com “M\*”. Estes picos ocorrem de maneira distribuída ao longo do espectro, principalmente entre 10° e 50° de 2 $\theta$ , indicando sua presença na amostra em uma fase distinta.

### 3.4. Fluorescência de Raios X (FRX)

A Tabela 3 fornece os teores dos compostos químicos da amostra para os elementos principais e traços fornecidos pela fluorescência de raios X. Os resultados de FRX indicam que a sílica é a fase majoritária com cerca de 40,67%, sendo a rocha constituída majoritariamente por silicatos como observado na lâmina petrográfica ao microscópio. Assim o quartzo é o mineral mais presente na rocha. Além disso, há também contribuições relacionadas à presença SiO<sub>2</sub> em aluminossilicatos (microclina, albíta e muscovita) e nesses minerais o Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> é o segundo componente mais abundante. A presença de K<sub>2</sub>O confere a existência de microclina e muscovita. Traços de cálcio e sódio são normalmente encontrados na albíta. A presença de óxido de ferro indica minerais escuros como biotita e hornblenda também observados na lâmina

**Tabela 3.** Composição química do pegmatoide Dália

Óxidos	(%)
SiO <sub>2</sub>	40.67
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.59
K <sub>2</sub> O	3.05
CaO	0.91
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.86
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.48
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.18
CuO	0.17
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.13
SO <sub>3</sub>	0.12
TiO <sub>2</sub>	0.05
MnO	0.03
BAL	48.76

BAL – Elementos leves (Z<12) não identificáveis via FRX, tais como Be, Na, Cl, Li, F, etc.

**Tabela 4.** Comparativo dos índices de densidade, porosidade e absorção de água do pegmatoide Dália em relação aos valores recomendados pelas normas ABNT NBR 15844 [14] e ASTM C615 [2]

Propriedade	Pegmatoide Dália	ABNT NBR 15844	ASTM C615
Densidade (kg/m <sup>3</sup> )	2580	2550	2560
Porosidade (%)	0,93	1,00	-
Absorção d'água (%)	0,36	0,40	0,40

(-) Não Especificado.

**Tabela 5.** Checklist das propriedades para indicação como rocha ornamental e sugestões de aplicação

Propriedade	Critério	Resultado	Atende ao Critério	Utilização Recomendada
Densidade (kg/m <sup>3</sup> )	≤ 2550,00	2580,00	Sim	Pisos e Revestimentos
Porosidade (%)	≤ 1,00	0,93	Sim	Pisos e Revestimentos
Absorção d'água (%)	≤ 0,40	0,36	Sim	Pisos e Revestimentos

delgada. Esses dados são consistentes com a literatura [11] e com os dados DRX.

### 4 Discussão dos resultados

A Tabela 4 apresenta os resultados da densidade aparente, porosidade e absorção d'água do pegmatoide Dália, comparados aos valores de referência das normas ABNT NBR 15844 [14] e, quando possível, da ASTM C615 [2].

Os resultados de porosidade foram comparados com os critérios normativos da ABNT NBR 15844 [14], já que a ASTM C615 [2] não fornece diretrizes específicas para essa propriedade. O valor de porosidade de 0,93% nas amostras está abaixo do limite especificado pela norma ABNT NBR 15844 [14], que é de 1,0%. A baixa porosidade indica uma maior densidade da rocha, decorrente da menor presença de vazios.

De acordo com Frascá [10], porosidades abaixo de 1% indicam que o material pode ser utilizado sem restrições em ambientes secos ou molhados, considerando sua composição mineralógica e textura. Em relação à absorção d'água, tanto a norma ABNT NBR 15844 [14] quanto a ASTM C 615 [2] estabelecem valores semelhantes (≤ 0,4%). Os resultados obtidos para as amostras estão em conformidade com os limites estabelecidos por ambas as normas como pode ser observado na Tabela 5. Destaca-se que os valores de porosidade (0,93%) e absorção d'água (0,36%) estão próximos aos valores das normas ABNT NBR 15844 [14] e ASTM C 615 [2], porém ainda inferiores aos limites estipulados para estes parâmetros. Isto se deve provavelmente aos processos de alteração dos feldspatos, evidenciados pela argilização e sericitização nas superfícies e fraturas destes minerais. Outro fator que induz aos valores de porosidade e absorção verificados é a presença de elevado percentual de quartzo (40%); sendo o quartzo um mineral que apresenta a propriedade de fratura (e não clivagem como os feldspatos), os esforços tectônicos aos quais todos minerais foram submetidos, observados na lâmina petrográfica através da extinção ondulante, ocasionam microfissuração do quartzo (por conta da propriedade de fratura que este mineral apresenta), colaborando assim, para a maior porosidade da rocha e consequente aumento da absorção d'água.

A composição mineralógica do pegmatoide, caracterizada pela abundância de quartzo e microclina, junto aos valores de porosidade e absorção d'água, que estão dentro dos limites da NBR 15845, torna o material adequado para utilização em ambientes úmidos, como balcões de pias e banheiros. Entretanto, essa sugestão deve considerar fatores adicionais,

como granulometria, textura e composição mineralógica, conforme indicado por Chiodi [15]. O pegmatoide Dália apresenta também na sua composição, minerais tais como granada, biotita, hornblenda os quais contêm ferro na sua composição química, portanto passível de oxidação principalmente quando o ambiente é molhado ou úmido tal como áreas externas, pias, balcões de cozinha, necessitando assim ensaios específicos de alterabilidade.

A interconexão entre as propriedades físicas, como densidade, porosidade e absorção d'água, é um aspecto fundamental a ser considerado na análise do material. Em rochas graníticas da mesma família, uma densidade menor frequentemente implica uma porosidade efetiva mais elevada, o que pode resultar em uma maior capacidade de absorção d'água e, conseqüentemente, em uma resistência físico-mecânica reduzida. As propriedades físicas estão intrinsecamente inter-relacionadas, com a densidade sendo fortemente influenciada pela composição mineralógica, grau de compactação e as interações entre os cristais. Essa relação geralmente é inversamente proporcional à porosidade, onde uma maior densidade tende a refletir uma menor quantidade de vazios na estrutura da rocha.

Conforme destacado por Gomah [16] e Alencar [17], é fundamental considerar as variações mineralógicas, a presença de microfissuras, as relações de contato entre grãos minerais, a granulação, os aspectos estruturais e outros fatores que têm influência direta sobre porosidade, densidade e absorção d'água da rocha. Contudo, os valores obtidos indicam que a rocha possui qualidade adequada para uso ornamental.

## 5 Conclusões

Os índices físicos, como densidade aparente, porosidade e absorção d'água, atendem satisfatoriamente aos requisitos da norma ABNT NBR 15844 [14], indicando que o material é adequado para uso em ambientes úmidos e áreas externas, como balcões e pias. A análise DRX revela que a amostra de pegmatoide Dália é composta principalmente por albita e quartzo, com microclina e muscovita em proporções menores, mas significativas. A análise por FRX destaca elevado teor de sílica (40,67%) que se traduz na forte presença do quartzo como a fase mineral predominante; a presença de SiO<sub>2</sub> acontece também em aluminossilicatos como albita, microclina e muscovita, sendo o Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> o segundo componente mais abundante, seguido por pequenas quantidades de cálcio e sódio presentes na albita. Portanto, a combinação dos índices físicos com as técnicas de difração de raios X (DRX) e fluorescência de raios X (FRX) proporciona uma compreensão abrangente da composição mineralógica e química do pegmatoide, ampliando seu potencial de aplicação em usos industriais e ornamentais. No entanto, para pesquisas futuras, recomenda-se a inclusão de ensaios adicionais, como o de alterabilidade, devido à alta concentração de mica e à presença de granada (grossulária) detectada pelo FRX.

## Agradecimentos

Agradeço ao CT mineral pela cooperação e a CAPES pela bolsa de pesquisa concedida.

## Referências

- 1 Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15845 Rochas para Revestimento – Métodos de Ensaio. Rio de Janeiro: ABNT; 2015
- 2 ASTM International. ASTM C 615 Standard Specification for Granite Dimension Stone. West Conshohocken: ASTM International; 2004.
- 3 Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 15845 Rochas para revestimento. Métodos de Ensaio. ANEXO B (normativo) Densidade aparente, porosidade aparente e absorção d'água. Rio de Janeiro: ABNT; 2015.
- 4 Vasconcelos PRM. Caracterização geomorfológica da Folha Jardim Do Seridó (Sb.24-Z-B-V), Nordeste do Brasil 2018. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Caicó: UFRN; 2018.
- 5 Medeiros VC, Dantas EP. organizadores. Geologia e recursos minerais da Folha Currais Novos, estados do Rio Grande do Norte e Pataíba. Recife: CPRM; 2015. v. 1, 154 p.
- 6 Van Schmus WR, Brito Neves BB, Williams IS, Hackspacher PC, Fetter AH, Dantas EL, et al. The Seridó Group of NE Brazil, a late neoproterozoic pre- to syncollisional basin in West Gondwana: insights from Shrimp U-Pb detrital zircon ages and Sm- Nd crustal residence (TDM) ages. *Precambrian Research*. 2003;127:287-327.
- 7 Santos EJ, Souza JA No, Da Silva MRR, Beurlen H, Cavalcanti JAD, Silva MG, et al. Metalogênese das porções norte e central da Província Borborema. In: Silva MG, Neto MBR, Jost H, Kuyumjian RM, editores. Metalogênese das Províncias Tectônicas Brasileiras. Cidade: CPRM; 2014. p. 343-388.
- 8 Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 15845 Rochas para revestimento. Métodos de Ensaio. ANEXO A (normativo) Análise Petrográfica. Rio de Janeiro: ABNT; 2015.
- 9 Vagnon F, Colombero C, Colombo F, Comina C, Ferrero AM, Mandrone G, et al. Effects of thermal treatment on physical and mechanical properties of Valdieri Marble - NW Italy. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*. 2019;116:75-86. <http://doi.org/10.1016/j.ijrmms.2019.03.006>.

- 10 Frascá MHBO. Rochas Ornamentais – Tecnologia e Patologias, curso de rochas ornamentais. Cachoeiro de Itapemirim: Sindirochas; 2015.
- 11 Epp J. X-ray diffraction (XRD) techniques for materials characterization. In: Hübschen G, Altpeter I, Tschuncky R, Herrmann HG. Materials characterization using Nondestructive Evaluation (NDE) Methods. USA: Elsevier; 2016. p. 81-124. <http://doi.org/10.1016/B978-0-08-100040-3.00004-3>.
- 12 Ismail S, Hashim SFS, Hussin H, Abdullah NS. Leached Residue Characterization of Manganese-Bamboo Saw Dust Blend: An X-Ray Diffraction Study. *Periodico di Mineralogia*. 2016;85:277.
- 13 Araújo AMM. Caracterização tecnológica do granito Dália para fins ornamentais [dissertação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2015.
- 14 Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15844 Rochas para revestimento – Requisitos para granitos. Rio de Janeiro: ABNT; 2010.
- 15 Chiodi FC. Guia de aplicação de rochas em revestimento. 2. ed. Brasília: ABIROCHAS; 2020. 232 p.
- 16 Gomah ME, Li G, Bader S, Elkarmoty M, Ismael M. Damage evolution of granodiorite after heating and cooling treatments. *Minerals (Basel)*. 2021;11:779. <http://doi.org/10.3390/min11070779>.
- 17 Alencar CR. Manual de caracterização, aplicação, uso e manutenção das principais rochas comerciais no Espírito Santo: rochas ornamentais. Cachoeiro de Itapemirim: Instituto Euvaldo Lodi – Regional do Espírito Santo; 2013. 242 p.

Recebido em: 12 Set. 2024

Aceito em: 18 Nov. 2024

**Editor responsável:** André Luiz Vasconcellos da Costa e Silva 