

# ESTUDO DA PRODUÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICO COM RESÍDUOS DE MÁRMORE DO MUNICÍPIO DE CURRAIS NOVOS- RN

Aruza Alves da Silva <sup>1</sup>  
Valéria Emilyne Ferreira do Nascimento <sup>2</sup>  
Mauro Froes Meyer <sup>3</sup>

## INTRODUÇÃO

Segundo Oliveira (2015), o mármore é uma rocha carbonática de origem metamórfica e ou sedimentar, constituídas por calcita ou dolomita. Devido sua composição química e grau de metamorfismo, apresenta uma coloração branca podendo ter uma variação de textura e de cor quando apresentar contaminantes em sua composição devido a presença dos minerais acessórios existentes, essa variedade na sua coloração possibilita o mármore ser um elemento rentável na indústria de rochas ornamentais.

A extração desta rocha ornamental, passa por um processo que se inicia em suas jazidas, estoque rochoso natural, com o auxílio de um fio diamantado são extraídos blocos de mármore que serão beneficiados nas indústrias e passam por diversas máquinas com finalidade de transformá-las em chapas que receberão os devidos polimentos (polido, escovado e levigado), com isso as chapas podem ser utilizadas na produção de: pisos, pias lavatórios, colunas, bancadas entre outros produtos.

No entanto, as atividades da indústria de rochas ornamentais geram enormes quantidades de resíduos sólidos, que podem causar consequências negativas ao ambiente. O mármore, neste caso, não possui nenhum aproveitamento econômico na região, na verdade, é tido como resíduo do processo de extração de scheelita e é estocado no meio ambiente sem fim algum. A indústria cerâmica tem se destacado como alternativa dando destino para estes sólidos residuais. O Estado do Rio grande do Norte está inserido nesse meio de produção e de extração de rochas ornamentais. Vale ressaltar que o Brasil é o segundo maior produtor de revestimento do mundo, perdendo apenas para a China (DINO, 2017).

Portanto, é de total importância a busca de alternativas que proporcione novos destinos a esses resíduos, minimizando assim os impactos ambientais ocasionados pelo acúmulo destes sedimentos. Ao vislumbrar o potencial dessa rocha ornamental, outros ensaios laboratoriais devem ser realizados para analisar sua importância na incorporação como matéria-prima em formulações para cerâmicas. Consequentemente, este trabalho, tem como objetivo mostrar um aproveitamento viável para o resíduo de mármore, proveniente da cidade de Currais Novos-RN, avaliando por meio de ensaios laboratoriais a possibilidade de incorporá-los em revestimento cerâmico.

## METODOLOGIA

A argila usada neste trabalho e o resíduo de mármore passou por uma seleção de amostragem, para garantir a homogeneidade na utilização em análise física e tecnológica em

<sup>1</sup> Discente do Curso Técnico em Mineração/ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN/Campus Natal Central – CNAT, [aruzaalves2000@gmail.com](mailto:aruzaalves2000@gmail.com);

<sup>2</sup> Discente do Curso Técnico em Mineração/ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN/Campus Natal Central – CNAT, [valeriaemilyne@gmail.com](mailto:valeriaemilyne@gmail.com);

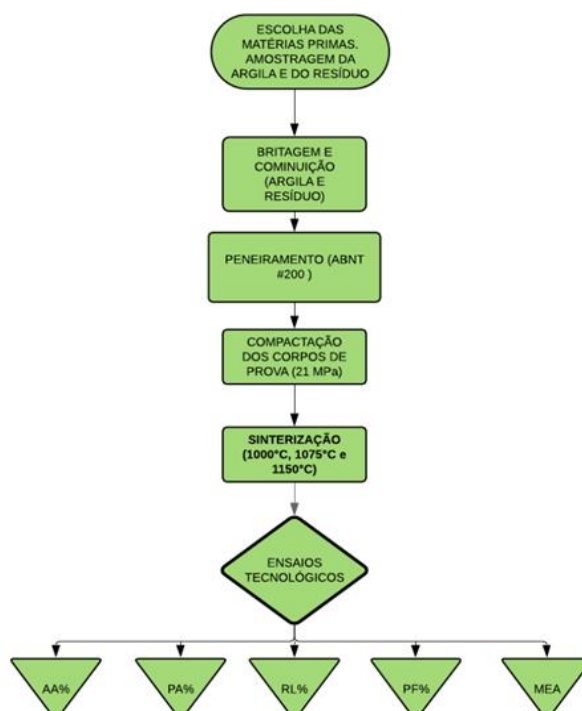
<sup>3</sup> Graduado em Engenharia de Minas- UFOP/ Professor/ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN/Campus Natal, [mauro.meyer@ifrn.edu.com.br](mailto:mauro.meyer@ifrn.edu.com.br);

laboratório, como pode ser observado na Figura 1. Foi utilizada na formulação a argila da região de São Gonçalo do Amarante-RN.

Seguindo a metodologia adotada por Souza (2016), “inicialmente esses materiais foram fragmentados em um britador de mandíbula e, em seguida, moídos em um moinho de bolas por um período de 24 horas. O produto resultante da moagem foi peneirado em uma peneira de ABNT nº 200 (0,074mm), utilizado para compor a formulação”.

De acordo com a Tabela 1, os demais materiais utilizados para produção da massa cerâmica foram adquiridos da empresa ARMIL LTDA e encontravam-se com granulometria final de 200 mesh.

**Figura 1:** Fluxograma do Procedimento Experimental.



Fonte: Autores (2019).

**Tabela 1:** Formulação da Massa Cerâmica.

Minerais Utilizados	Massa Cerâmica
<b>Argila</b>	40%
<b>Feldspato Potássio</b>	40%
<b>Quartzo</b>	5%
<b>Caulim</b>	5%
<b>Resíduo de Mármore</b>	10%

Fonte: Autores (2019).

Em seguida, as matérias primas foram misturadas e acrescentado 10% de água destilada para umidificar e produzir plasticidade na massa cerâmica, que será necessária para conformar os corpos de prova. As amostras foram compactadas utilizando uma prensa hidráulica com pressão de 21 MPa.

Logo após a conformação dos corpos de prova, as peças passaram 24 horas secando em uma estufa à temperatura de 110°C. Após essa etapa, as amostras tiveram aferidas as suas

dimensões através de um paquímetro digital e o peso com uma balança de precisão para posteriormente utilização nos ensaios tecnológicos. Em sequência, foi realizado a sinterização das peças cerâmicas em um forno do tipo mufla, sem atmosfera protetora, com taxa de aquecimento de 10°C/min e patamar de temperatura de 60 minutos. Os corpos de prova foram sinterizados nas temperaturas de 1000°C, 1075°C e 1150°C, no qual foram produzidos respectivamente 5, 4 e 9 resultando em um total de 18 peças. Os resultados dos ensaios tecnológicos são encontrados na Tabela 2.

Após a sinterização dos corpos de prova, foram realizados os ensaios segundo a ABNT de absorção de água (AA%), porosidade aparente (PA%), retração linear (RL%), perda ao fogo (PF%) e massa específica aparente (MEA), conforme a Figura 3.

**Tabela 2:** Resultados dos Ensaios Tecnológicos.

Ensaio/Temperatura	AA%	PF%	RL%	PA%	MEA
<b>1000 C°</b>	27,46	12,61%	-1,41	33,25	1,38
<b>1075 C°</b>	27,37	12,67%	-0,34	33,33	1,39
<b>1150 C°</b>	3,10	12,42%	9,19	5,28	1,80

**Fonte:** Autores 2019

**Figura 3:** Ensaios tecnológicos e suas equações.

Ensaio	Equação
Absorção de Água (AA%)	$AA = \left( Pu - \frac{Ps}{Ps} \right) \times 100$
Porosidade Aparente (PA%)	$PA = \left( \frac{Mu - Ms}{Mu - Mi} \right) \times 100$
Perda ao Fogo (PF%)	$PF = \left( \frac{Pv - PS}{PS} \right) \times 100$
Retração Linear (RL%)	$RL = \left( \frac{L0 - Lf}{L0} \right) \times 100$
Massa Específica Aparente (MEA)	$MEA = (Ms/Mu - Mi) \times 100$

**Fonte:** Autores (2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos ensaios físicos e tecnológicos realizados nos corpos de provas cerâmicos que foram realizados no Laboratório de processamento mineral e resíduos localizado no IFRN-Campus Natal Central, possibilitaram a compreensão das suas propriedades tecnológicas, trazendo informações técnicas do seu comportamento, inclusive possibilidade visualizar sua aplicação em escala industrial. Portanto, ao analisar as peças cerâmicas produzidas, observa-se no ensaio de absorção de água (AA%), inicialmente, os valores da absorção de água (AA%) em 1000°C e 1075°C foram de 27,46% e 27,37%, respectivamente, mostrando que houve uma pequena diminuição dos índices nas duas primeiras temperaturas de sinterização. Por outro lado, na temperatura mais alta, 1150°C, os corpos de prova absorveram apenas 3,10% de água, apresentando uma diminuição de 24,27%. Enquanto nas duas temperaturas os corpos de prova não se enquadram na categoria de revestimentos cerâmicos, as amostras sinterizadas em 1150°C possuem características similares aos semigrés, conforme a norma técnica NBR 13817, onde a variação de água nas peças é 3% a 6%. Possivelmente, nas duas primeiras temperaturas, não ocorreu, durante o processo de sinterização, a formação de fase líquida suficiente para que houvesse a

diminuição dos poros. É possível observar nas duas temperaturas de sinterização que os corpos de prova obtiveram resultados aproximados, ou seja, suas características não sofreram alterações. Na temperatura de 1150°C ocorreu a formação de fases que resultou na diminuição dos poros existentes nas amostras, possibilitando a diminuição da absorção de água.

O ensaio de porosidade aparente (PA%), também apresentou resultados que corroboram com a absorção de água (AA%). Nas duas primeiras temperaturas os corpos de prova obtiveram uma porosidade superior aos 30%, enquanto na temperatura de 1150°C essa propriedade chegou aos 5,28%.

Em relação ao ensaio de perda ao fogo (PF%) as amostras apresentaram valores aproximados entre as três temperaturas de sinterização. Em média, as amostras perderam 12,40% de peso durante a sinterização, ressalta-se que ocorreu uma perda de massa na temperatura mais alta menor que as demais, isso pode ter ocorrido, possivelmente, devido a formação ou mudança de fase mineralógica dos componentes minerais da formulação. Dessa maneira, uma análise térmica ou da morfologia das amostras são essenciais para comprova-se tais hipóteses.

Nos resultados do ensaio de retração linear (RL%) dos corpos de prova sinterizados nas temperaturas de 1000°C e 1075°C, se percebe que ocorreu uma expansão durante a sinterização. Esse fenômeno não é comum em peças cerâmicas que destina-se ao setor dos revestimentos cerâmicos, geralmente isso pode ocorrer pelos seguintes fatores, a saber: tensões residuais formadas durante o processo de compactação das amostras e liberadas no processo de sinterização e, também, a formação de novas fases mineralógicas que ocasionem a expansão das peças na sinterização. O resultado do ensaio de massa específica aparente (MEA) das peças sinterizadas teve seu menor índice na temperatura mais baixa e o maior na mais alta, um comportamento tecnicamente adequado as peças cerâmicas.

Nas Figuras 2, 3 e 4 têm-se os corpos de prova produzidos. A coloração das amostras é importante para uma melhor escolha das matérias primas e também o destino final das peças. As temperaturas de 1000°C e 1075°C apresentaram corpos de prova com coloração clara, resultado que proporciona uma melhor adequação do esmalte cerâmico. Por outro lado, na temperatura de 1150°C os corpos de prova ficaram com uma coloração escura e com deformações.

**Figura 2:** Massa cerâmica sinterizada na temperatura de 1000°C.



**Fonte:** Autores 2019

**Figura 3:** Massa cerâmica sinterizada na temperatura de 1075°C.



**Fonte:** Autores 2019



**Figura 4:** Massa cerâmica sinterizada na temperatura de 1150°C.



**Fonte:** Autores 2019

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As informações exibidas neste trabalho confirmam que os resíduos de mármore, proveniente do município de Currais Novos-RN, possuem características tecnológicas que possibilitam sua adição em massas cerâmicas para fabricação de peças do setor ceramista dos revestimentos cerâmicos. As duas primeiras temperaturas de sinterização apontam não apresentaram resultados satisfatórios para produção de peças cerâmicas similares aos revestimentos cerâmicos, conforme norma ABNT 13817. Contudo, as amostras sinterizadas na temperatura de 1150°C obtiveram os menores índices de absorção de água (AA%), obtendo um resultado similar aos revestimentos cerâmicos do tipo semigrés. De qualquer maneira, é possível afirmar que esses resíduos possuem potencial econômico e industrial, especialmente ao verificar suas características técnicas nas peças produzidas.

**Palavras-chave:** Rio Grande do Norte. Seridó. Grés. Rejeito. Rocha Ornamental.

## REFERÊNCIAS

- 1 OLIVEIRA, Liliane Souza de. **REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE MARMORARIA EM COMPÓSITOS CIMENTÍCIOS.** 2015. Disponível em: <[https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/ppmec/Liliane%20Souza%20de%20Oliveira\(1\).pdf](https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/ppmec/Liliane%20Souza%20de%20Oliveira(1).pdf)>. Acesso em: 28 jun. 2019.
- 2 DINO. **BRASIL É O SEGUNDO MAIOR PRODUTOR MUNDIAL NO SETOR DE REVESTIMENTO.** 2017. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/negocios/dino/brasil-e-o-segundo-maior-produtor-mundial-no-setor-de-revestimentos-shtml/>>. Acesso em: 04 ago. 2019.
- 3 SOUZA, Marcondes Mendes de et al. **ANÁLISE DA INCORPORAÇÃO DE MÁRMORE DA MINA BREJUI – CURRAIS NOVOS/RN NA MASSA CERÂMICA.** 2016. Disponível em: <<http://www.metallum.com.br/22cbecimat/anais/PDF/104-235.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2019.