

## UTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CAULIM E GRANITO PARA FABRICAÇÃO DE PORCELANATO

João Batista Monteiro de Sousa\*, Paulo Henrique Morais do Nascimento, Julio Cesar de Pontes, Antonio Gilson Barbosa de Lima

\* IFRN – Campus Natal Central, e-mail: joao.monteiro@ifrn.edu.br

### RESUMO

Ultimamente as empresas de mineração principalmente as de beneficiamento de caulim e da extração de granito vêm sendo citadas pelos ambientalistas como fontes de contaminação ou poluição do meio ambiente, devido à enorme quantidade de resíduos gerados e frequentemente lançados diretamente nos ecossistemas, sem um processo de tratamento para eliminar ou reduzir os constituintes presentes. Este trabalho teve como objetivo geral avaliar a potencialidade do uso de resíduos de caulim e de granito provenientes da extração e do beneficiamento dos mesmos na produção de porcelanato. Para comprovação da eficiência desses materiais a serem integrados na produção desse material, foram produzidas oito formulações com diferentes proporções de caulim e granito e sinterizadas, a fim de gerar corpos-de-prova (CP). Com objetivo de selecionar a formulação mais eficaz, ou seja, aquela a absorver menos água, os corpos de prova foram submetidos a um processo de absorção de água (AA), onde são inseridos em uma bandeja tipo gaveta contendo água, em seguida são imersos em água destilada, passam por um processo de fervura por um período de 2 horas, e, por fim, são arrefecidas em água destilada, secas por um pano de algodão e pesadas em balança analítica para determinação da absorção de água.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos de caulim e granito, Porcelanato, Absorção de Água.

### ABSTRACT

Lately, mining companies, mainly those engaged in the processing of kaolin and the extraction of granite, have been cited by environmentalists as sources of contamination or pollution of the environment, due to the enormous amount of waste generated and often thrown directly into the ecosystems, without a treatment process to eliminate or reduce the constituents present. The objective of this work was to evaluate the potential of the use of kaolin and granite residues from the extraction and processing of these residues in the production of porcelain. To prove the efficiency of these materials to be integrated in the production of this material, eight formulations with different proportions of kaolin and granite and sintered were produced in order to generate specimens (CP). In order to select the most effective formulation, that is, to absorb less water, the specimens were submitted to a water absorption process (AA), where they are inserted in a drawer type tray containing water, then immersed in distilled water are boiled for 2 hours and finally cooled in distilled water, dried by a cotton cloth and weighed on an analytical balance to determine the absorption of water.

**KEY WORDS:** Kaolin and granite waste, Porcelanate, Water Absorption.

### INTRODUÇÃO

A atividade de mineração, embora geradora de vários impactos ambientais, é imprescindível e necessária para o desenvolvimento de um país em seus mais diversos setores produtivos, tendo sido, ao longo dos anos, um dos sustentáculos dos poderes econômico e político do Brasil. Infelizmente os sistemas de extração e beneficiamento são rudimentares, não respeitando a relação homem versus natureza, gerando com isso uma quantidade considerável de resíduos que podem ser utilizados na indústria cerâmica.

Segundo Anjos & Neves (2011), uma exploração dos recursos naturais desencadeia um processo de contínua degradação, visto que são produzidos resíduos não aproveitados, e são lançados indiscriminadamente ao meio ambiente.

O Brasil é um dos principais protagonistas no mercado mundial de revestimentos cerâmicos. Dentre esses materiais, o porcelanato é um dos produtos que apresentam grande expansão na escala produtiva (BAUCIA et al., 2010).

No processo de constante modernização de seus produtos, as indústrias de revestimentos cerâmicos desenvolveram o porcelanato, um produto que apresenta absorção d'água muito baixa (tipicamente abaixo de 0,5%) em virtude de sua porosidade aparente praticamente nula (0% a 0,5%). Além disso, placas de porcelanato apresentam excelentes características técnicas, destacando-se elevadas resistência mecânica ao risco e a manchas por ataque químico.

O porcelanato é seguramente, dentro desse contexto, o produto mais avançado no mercado de pisos e revestimentos e em pleno aumento de produção no Brasil e no exterior, diferenciando-se dos demais tipos de revestimentos cerâmicos devido ao seu processo de produção altamente tecnológico. Devendo-se ao alto nível de qualidade de suas matérias-primas (RODRIGUEZ et al., 2004).

É definido como qualquer produto esmaltado que, embora denso, impermeável e resistente o suficiente para resistir a arranhões com uma ponta de aço, difere da porcelana por ser mais opaco e, geralmente, parcialmente vitrificado. Ele pode ser vítreo ou semivítreo. Por outro lado, porcelanato decorrente das qualidades da porcelana, refere a um produto cerâmico totalmente vitrificado, sendo impermeável (mesmo sem esmalte), branco ou artificialmente colorido, translúcido (exceto quando muito grosso) e resistente.

Portanto, notou-se a importância da realização desse trabalho na obtenção de uma aplicação, através dos resultados obtidos em laboratórios, por meio de uma formulação como matéria-prima para a produção de porcelanato, a partir da adição de argila, esta que apresenta uma plasticidade mediana e uma ótima resistência mecânica à flexão, dos resíduos de caulim provenientes de processo de beneficiamento e dos resíduos de granito gerados pela extração. Contribuindo, assim, para a preservação dos recursos naturais, prolongando, consideravelmente, a vida útil desses recursos não renováveis, reduzindo a destruição da paisagem, fauna e flora e validando, com isso, o potencial mineralógico da região do material estudado.

Na fabricação de revestimentos cerâmicos em geral, bem como para fabricação de porcelanato, não existe uma única matéria-prima natural que venha a apresentar todas as características necessárias para que ocorra uma boa formulação, uma boa fundência, uma boa estabilidade dimensional, entre outras características. Se fazendo necessário a utilização de uma mistura de matérias-primas para se obter as características desejadas de uma massa à verde (GIBERTONI, 2005).

Para a fabricação do porcelanato, a mistura de matérias-primas utilizadas caracteriza-se por serem compostas por uma porcentagem variável de 30-50% em peso de caulim e/ou argilas e uma proporção similar à anterior de feldspato sódico/potássico. São utilizados, ainda, para a preparação da massa, outros tipos de matérias-primas, em uma escala menor, tais como a areia (fonte de quartzo), argila bentonítica, talco, entre outros, para se conseguir atingir determinadas propriedades do produto, ou facilitar a etapa de processamento. Ainda, essas matérias-primas que formam o sistema devem apresentar baixo teor de óxido de ferro (que afeta a coloração), já que a eficácia dos pigmentos adicionados à composição depende diretamente da brancura da peça (HECK, 1996).

O caulim é de fundamental valor por constituir uma matéria-prima de grande importância na produção do porcelanato, e é definido como sendo uma argila de granulometria fina, geralmente de cor branca e de boa inércia química. Os minerais que mais comumente constituem o caulim são: caulinita, haloisita, diquita e nacrita, e o mais importante industrialmente é a caulinita ( $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ ), formada por intemperismo ou por alteração hidrotérmica. Os caulins possuem composições químicas essencialmente similares, porém cada um possui suas próprias características estruturais. A caulinita na formulação da massa cerâmica para porcelanato tem seu emprego em teores, que variam de 10 a 15%, atribuindo a massa característica a cor branca após a sinterização (BIFFI, 2002).

Os granitos são rochas ígneas que ocorrem frequentemente na crosta terrestre e são constituídos essencialmente por quartzo, feldspato e mica. São rochas duras e resistentes, sendo por essas qualidades que é usado como rocha ornamental para a construção civil (POPP, 1987).

A partir das descrições pode-se definir porcelanato como sendo um revestimento cerâmico impermeável, totalmente vitrificado, esmaltado ou não, cuja peça queimada é branca ou artificialmente colorida e é feita a partir de uma mistura de caulim (ou argilas caulínicas), quartzo e feldspato, os dois últimos constituintes do granito.

## OBJETIVOS

Avaliar a potencialidade da utilização dos resíduos de caulim e granito provenientes do beneficiamento e extração junto as empresas de mineração, situadas nos municípios de Equador e Parelhas - RN, como matérias-primas para a formulação de massas cerâmicas para grés porcelanato, através de análises de absorção de água.

## METODOLOGIA

A figura 1 a seguir mostra detalhadamente o esquema de procedimento experimental para a fabricação do porcelanato através da utilização de resíduos de caulim e granito.

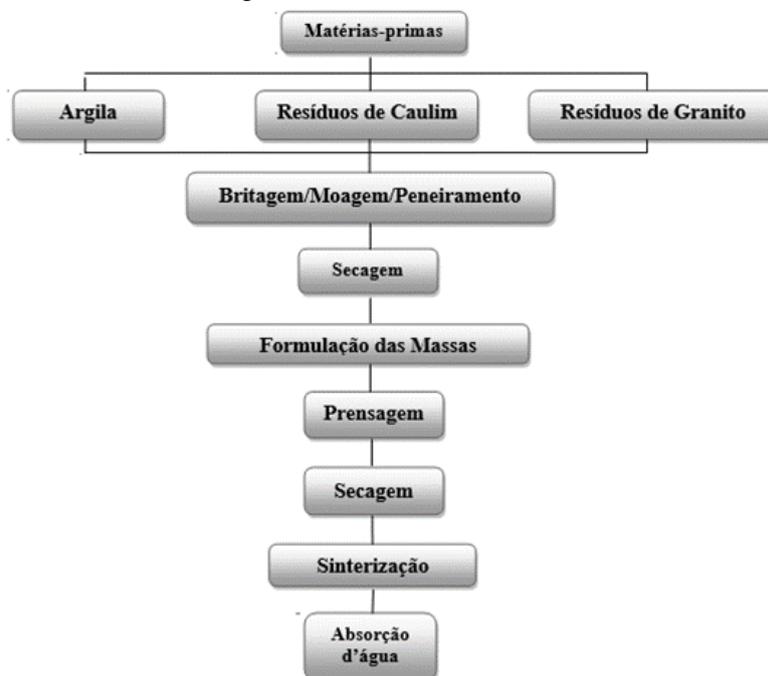


Figura 1 - Esquema do procedimento experimental.

As matérias-primas usadas na formulação de massas de grés porcelanato assumem em geral, configurações mineralógicas distintas e cada uma exerce uma função própria e específica. As formulações foram analisadas e estão apresentadas na tabela abaixo onde foram adotadas oito formulações F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7 e F8 com diferentes proporções de resíduos de caulim e granito para o desenvolvimento deste trabalho; as quais foram caracterizadas, e em seguida avaliadas a potencialidade da formulação que após a sinterização seja menos propensa a absorção de água

Tabela 1. Formulações das massas cerâmicas para revestimento do tipo grés porcelanato.

Matérias-primas	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Argila	50%	50%	50%	50%	45%	45%	45%	45%
Resíduos de caulim	10%	15%	20%	25%	15%	20%	25%	10%
Resíduos de granito	40%	35%	30%	25%	40%	35%	30%	45%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

A absorção de água tecnicamente classifica as cerâmicas de revestimento junto a outras propriedades e representa o quanto de água é absorvido pelo corpo cerâmico após a sinterização. Determina sua resistência ao gelo, grau de porosidade e é inversamente proporcional ao grau de compactação.

Para determinação de absorção de água (AA), os CP foram acondicionados em bandeja tipo gaveta com circulação total de água, dotada de pinos verticais. Em seguida, foram imersos em água destilada, com total submersão, mantendo uma lâmina de água de 5 cm acima da sua borda superior, submetidos à fervura por um período de 2 horas, e mantendo o nível dinâmico através de bóia mecânica e, em seguida, arrefecidos em água destilada até a temperatura ambiente (ABNT, 1997). Em seguida, os CP foram retirados da bandeja e secos com pano de algodão umedecido para eliminação do excesso de umidade superficial e pesados em balança analítica para determinação da absorção de água, de acordo com a Equação 1, (SANTOS, 1989).

$$AA(\%) = \frac{(Pu-PS)}{Ps} \times 100 \quad \text{equação (1)}$$

AA – Absorção de água (%)

Pu – Peso úmido (g)

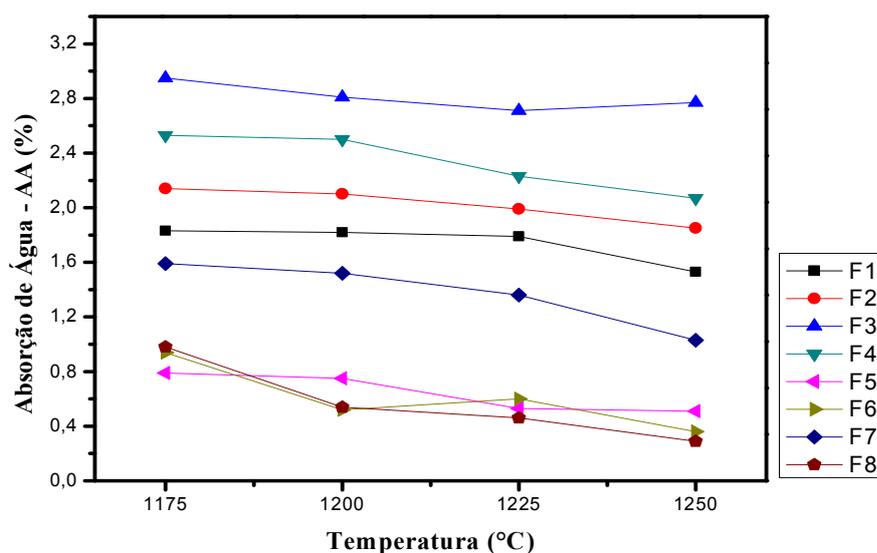
Ps – Peso seco (g)

## RESULTADOS

A tabela 2 mostra o resultado do ensaio de absorção de água realizado nas formulações, com os seus respectivos desvios padrões, nas diferentes temperaturas de queima. A figura 2 mostra a representação gráfica dos valores obtidos.

**Tabela 2 – valores médios de absorção de água (%) das formulações após a queima.**

Temperatura	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
<b>1175°C</b>	1,83 ±0,16	2,14 ±0,04	2,95 ±0,03	2,53 ±0,17	0,79 ±0,07	0,94 ±0,08	1,59 ±0,05	0,98 ±0,24
<b>1200°C</b>	1,82 ±0,05	2,1 ±0,21	2,81 ±0,03	2,5 ±0,11	0,75 ±0,03	0,52 ±0,06	1,52 ±0,06	0,54 ±0,03
<b>1225°C</b>	1,79 ±0,26	1,99 ±0,04	2,71 ±0,13	2,23 ±0,09	0,53 ±0,04	0,60 ±0,03	1,36 ±0,02	0,46 ±0,18
<b>1250°C</b>	1,53 ±0,02	1,85 ±0,02	2,77 ±0,01	2,07 ±0,06	0,51 ±0,08	0,36 ±0,04	1,03 ±0,03	0,29 ±0,04



**Figura 2 - Ensaio de absorção de água (%) dos corpos-de-prova.**

De acordo com o gráfico da Figura 2, os corpos-de-prova sinterizados a 1175°C apresentaram uma variação de absorção de água entre 0,79% (F5) e 2,95% (F3), sendo caracterizadas todas as formulações como grés (Grupo BIb; 0,5% < AA < 3,0%).

Na temperatura de 1200°C, observa-se uma variação de absorção de água dos corpos-de-prova entre 0,52% (F6) e 2,81% (F3), apresentando uma absorção de água menor do que os corpos-de-prova sinterizados a 1175°C. Este comportamento está atribuído a quantidade de poros dos corpos-de-prova, sendo oriundos do processo de compactação e da sinterização, sendo responsável pelo arredondamento e fechamento parcial dos poros devido à coalescência por difusão térmica do material e, conseqüentemente, influenciando na absorção de água dos mesmos. Os corpos cerâmicos sinterizados a 1200°C de todas as formulações, caracterizam-se como produto de grés (Grupo BIb; 0,5% < AA < 3,0%).

A absorção de água dos corpos-de-prova sinterizados a 1225°C variou entre 0,46% (F8) e 2,71% (F3), evidenciando uma tendência da redução da absorção de água com o aumento da temperatura, sendo justificada pelo arredondamento e fechamento dos poros dos corpos-de-prova cerâmicos. Nesta temperatura, todas as formulações enquadram-se no grupo BIb da classificação de revestimentos cerâmicos (Grupo BIb; 0,5% < AA < 3,0%), sendo caracterizados como grés com exceção da formulação F8 que caracteriza-se como grés porcelanato (Grupo BIa; AA < 0,5%).

Observa-se que os corpos-de-prova sinterizados a 1250°C, apresentaram uma variação de absorção de água entre 0,29% (F8) e 2,77% (F3), confirmando a forte influência da temperatura na diminuição da absorção de água. Os corpos cerâmicos das formulações F1 (1,53%), F2 (1,85%), F3 (2,77%), F4 (2,07%) e F7 (1,03%) sinterizados nessa temperatura caracterizam-se como grés (Grupo BIIb; 0,5% < AA < 3,0%), já as formulações F5 (0,49%), F6 (0,36%) e F8 (0,29%) se enquadram no grupo BIIa (AA < 0,5%) como produto de grés porcelanato.

A formulação F3 apresentou maiores percentuais de AA em todas as temperaturas, isso devido à composição da massa cerâmica apresentar um maior teor de Argila e Resíduos de Caulim, 50% e 20%, respectivamente. Com menos fundentes e consequentemente menos fase líquida durante a sinterização.

## CONCLUSÕES

Como os resultados são favoráveis, é notável o desenvolvimento deste estudo para a preservação dos recursos naturais, prolongando, de forma acentuada, a vida útil desses recursos não renováveis, e, ainda, reduzindo a destruição da paisagem, fauna e flora e validando, com isso, o potencial mineralógico da região do material estudado.

A composição química e mineralógica das matérias-primas argila, resíduos de caulim e resíduos de granito influenciaram de forma determinante na propriedade tecnológica de absorção de água das formulações de massas cerâmicas para a produção de porcelanato.

O uso de resíduos de caulim e de granito em massas cerâmicas se apresenta como excelente potencial para produção de porcelanato, de acordo com a propriedade tecnológica de Absorção de Água.

Os corpos cerâmicos sinterizados a 1200°C de todas as formulações caracterizam-se como produto de grés.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13818: **informações técnicas: Placas cerâmicas para revestimento - Especificação e métodos de ensaios**. Rio de Janeiro,1997. Disponível em: <<http://www.anfacet.org.br>>. Acesso em: 09 nov. 2011.
2. ANJOS, Cassia Mendonça; NEVES, Gelmires Araújo. 3. Utilização do resíduo de caulim para a produção de blocos solo-cal. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 6, n. 2, 2011.
3. BAUCIA JUNIOR, J. A. et al. Estudo de fundentes alternativos para uso em formulações de porcelanato. **Cerâmica**, v. 56, n. 339, p. 262-272, 2010.
4. BIFFI, G. **O grés porcelanato: manual de fabricação e técnicas de emprego**. 3 ed. São Paulo: Faenza Editrice do Brasil Ltda, 262, 2002.
5. GILBERTONI, C. et al. Caracterização de cerâmica sinterizada por fluxo viscoso. **Revista Cerâmica** 51. p.331-335, 2005.
6. HECK, C. **Grés porcelanato**. Revista Cerâmica Industrial, v.1, n 4-5, p.21-24, 1996.
7. POPP, J.H. **Geologia Geral**. Rio de Janeiro: Editora LTC. 6ª Ed. p.309, 2010.
8. RODRIGUEZ, A. M. et al. Propriedades de matérias-primas selecionadas para a produção de grés porcelanato. **Revista Cerâmica Industrial**, v.9, n.1, p.33-38, 2004.
9. SANTOS, P. S. **Ciência e tecnologia de argilas**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 408p. v. 1, 1989.