

APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DE CAULIM E GRANITO NA 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 grés porcelanato. Para comprovação da eficiência desses materiais a serem integrados na produção do grés, foram produzidas oito formulações com diferentes proporções de caulim e granito e sinterizadas a fim de gerar corpos-de-prova (CP) que comprovem a eficácia dessas formulações, ou seja, aquela que apresentar Porosidade Aparente (PA). Os corpos de prova foram submetidos a um processo de Porosidade Aparente onde é quantificado em percentual o volume total de poros abertos em relação ao volume dos corpos-de-prova. Após a pesagem para determinação da absorção de água (AA), os corpos-de-prova foram depositados em recipiente com água destilada, para então serem pesados utilizando a mesma balança analítica, possuidora de dispositivo para pesagem imersa em água, sendo então determinada de acordo com uma equação a Porosidade Aparente.

PALAVRAS-CHAVE: resíduos de caulim e granito, formulações, grés porcelanato, porosidade aparente.

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 stoneware. To prove the efficiency of these materials to be integrated in the production of stoneware, eight formulations with different proportions of kaolin and granite and sintered at a temperature of 1250 ° C were produced in order to generate proofs (CP) to prove the efficacy of these materials formulations, that is, the one that presents Apparent Porosity (PA). The specimens were submitted to an Apparent Porosity process where the total volume of open pores in percentage of the specimen volume was quantified. After weighing for determination of water absorption (AA), the specimens were placed in a container with distilled water, then weighed using the same analytical balance, with a weighing device immersed in water, and then determined according to an equation of Apparent Porosity.

KEY WORDS: kaolin and granite waste, formulations, porcelain stoneware, apparent porosity.

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.

O Brasil é um dos principais protagonistas no mercado mundial de revestimentos cerâmicos, ocupando a segunda posição em produção e consumo (FERNANDES et al., 2011). Dentre os revestimentos cerâmicos, o porcelanato é um dos produtos que apresentam grande expansão na escala produtiva (BAUCIA et al., 2010). No cerne dos recursos minerais, não se pode descuidar, no curso dos últimos 15 anos no Brasil, da multiplicação da produção de revestimentos cerâmicos, material que engloba pisos e azulejos, e hoje é o segundo maior fabricante mundial desses produtos.

No processo de constante modernização de seus produtos, as indústrias de revestimentos cerâmicos desenvolveram o porcelanato. O porcelanato é 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. Isso se deve ao alto nível de qualidade de suas matérias-primas (RODRIGUEZ et al., 2004).

Portanto, é nítida 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).

As matérias-primas argilosas conferem plasticidade à massa, enquanto aquelas complementares, não-plásticas, caracterizadas por minerais fundentes e aqueles predominantemente refratários são responsáveis, em linhas gerais, pela densificação e resistência mecânica do material, respectivamente (GILBERTONI, 2005).

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 tipos de caulim variam de acordo com suas características físicas, tais como: alvura, grau de cristalização, opacidade, viscosidade e forma das partículas. Ele tem composições químicas essencialmente similares, porém cada um possui diferenças 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 usado como rocha ornamental para a construção civil (POPP, 1987).

Porcelanato 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. Como resultado, pode-se definir "grês 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.

OBJETIVOS

Avaliar a potencialidade da adição de resíduos de caulim e granito gerados pelas empresas de mineração dos municípios de Equador e Parelhas - RN, sobre as características de análises de porosidade aparente no processamento de massas cerâmicas utilizadas para fabricação de grés porcelanato.

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 Porosidade Aparente.

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%							

A porosidade aparente (PA) quantifica em percentual o volume total de poros abertos em relação ao volume dos corpos-de-prova. Após a pesagem para determinação da absorção de água (AA), os corpos-de-prova foram depositados em recipiente com água destilada, para então serem pesados utilizando a mesma balança analítica, possuidora de dispositivo

para pesagem imersa em água, sendo então determinada a Porosidade Aparente de acordo com a Equação a baixo, (SANTOS, 1989).

$$PA(\%) = \frac{[(Pu-Ps)]}{(Pu-Pi)} \times 100 \quad \text{equação (1)}$$

PA – Porosidade aparente (%); Pu – Peso úmido (g);

Ps – Peso seco (g); Pi – Peso imerso (g)

RESULTADOS

A tabela 2 mostra o resultado do ensaio de Porosidade Aparente realizado nos corpos de prova feitos de argila com resíduos de caulim e granito, com os seus respectivos desvios padrões, nas diferentes temperaturas de queima. A figura 2 mostra a representação gráfica desses valores obtidos.

Os resultados de porosidade aparente dos corpos-de-prova das formulações F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7 e F8 estão apresentados na Figura 2.

Tabela 2 – valores médios de porosidade aparente (%) das formulações após a queima

Temperatura	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
1175°C	9,17 ±0,26	9,07 ±0,37	10,54 ±0,40	9,83 ±0,53	7,41 ±0,19	6,83 ±0,76	7,99 ±0,34	6,88 ±0,37
1200°C	8,87 ±0,36	9,04 ±0,57	9,89 ±0,26	9,81 ±0,48	6,78 ±0,33	6,53 ±0,16	7,83 ±0,51	6,61 ±0,52
1225°C	8,23 ±0,32	8,97 ±0,08	9,19 ±0,17	9,06 ±0,11	6,62 ±0,06	5,65 ±0,05	7,39 ±0,11	5,79 ±0,22
1250°C	7,12 ±0,57	7,42 ±0,29	8,19 ±0,35	7,86 ±0,40	5,76 ±0,37	5,47 ±0,25	6,79 ±0,16	5,42 ±0,33

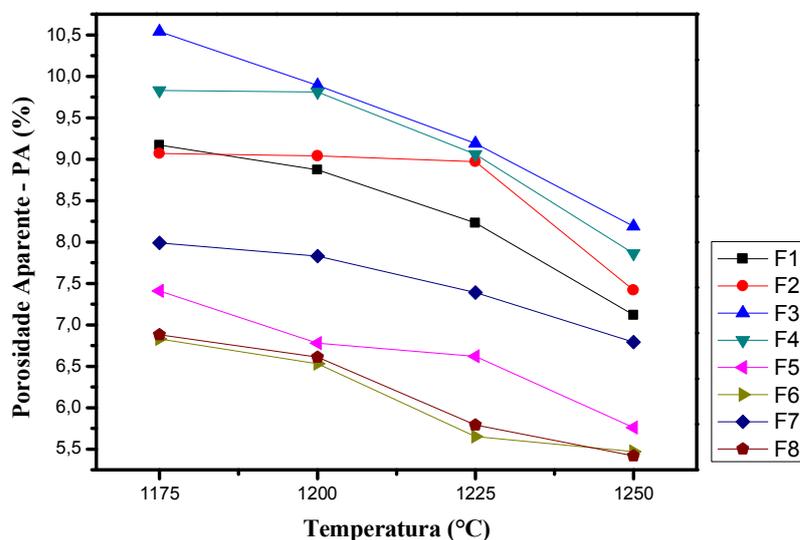


Figura 2 - Ensaio de porosidade aparente (%) dos corpos-de-prova.

Observa-se que os corpos-de-prova das formulações sinterizados a 1175°C apresentaram uma variação ampla da porosidade aparente entre 6,83% (F6) e 10,54% (F3).

Na temperatura de 1200°C, os corpos-de-prova apresentaram uma variação da porosidade aparente entre 6,53% (F6) e 9,89% (F3), estando coerente com a absorção de água, no qual observa-se que com uma menor porosidade aparente, menor é a absorção de água dos corpos cerâmicos, devido à dissociação dos poros com o aumento da temperatura.

Na temperatura de 1225°C ocorre uma variação da porosidade aparente entre 5,65% (F6) e 9,19% (F3), estando em conformidade com a variação de porosidade nas temperaturas de 1175 e 1200°C. Observa-se uma redução da porosidade aparente dos corpos-de-prova de todas as formulações com o aumento da temperatura de sinterização, isso, justificando a maior quantidade de fase vítrea com o aumento da temperatura, que penetra nos poros enquanto está líquida durante a sinterização (PRACIDELLI, 1997).

A porosidade aparente dos corpos-de-prova sinterizados a 1250°C variou entre 5,42% (F8) e 8,19% (F3), evidenciando uma tendência da redução da porosidade aparente com o aumento da temperatura, sendo justificada pelo arredondamento e fechamento parcial dos poros dos corpos cerâmicos devido à coalescência por difusão térmica e, conseqüentemente, reduzindo a porosidade aparente dos corpos cerâmicos.

Nota-se que a formulação F3 apresentou maior porosidade aparente em todas as temperaturas. Tal fato é explicado porque a formulação contém um maior teor de argila (50%) e resíduos de caulim (20%), apresentando menos fundentes, assim como menos fase líquida durante a sinterização e, portanto, um menor preenchimento de poros. Os poros nos corpos cerâmicos atuam como concentradores de tensão, prejudicando a resistência mecânica do material, sendo adequado um produto com menor porosidade, principalmente para grés porcelanato.

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 Porosidade Aparente.

As análises mostraram que as formulações F6 e F8 apresentaram menor porosidade aparente dos corpos-de-prova devido a temperatura alta de 1250°C, sendo esta característica importante para a produção de grés porcelanato. Também notou-se que essas formulações que obtiveram uma menor Porosidade Aparente, também possuem baixos desvios padrão, sendo também esse um fator a ser considerado relevante na avaliação das melhores formulações a serem utilizadas na fabricação dessas massas cerâmicas. Com isso, foram determinadas as formulações F6 e F8 como as mais apropriadas para fabricação de porcelanato.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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.
2. BIFFI, G. **O grés porcelanato: manual de fabricação e técnicas de emprego**. 3 ed. São Paulo: Faenza Editrice do Brasil Ltda, 262, 2002.
3. FERNANDES, M. C. S.; PAULIN FILHO, P. I.; MORELLI, M. R. Análise da superfície de grés porcelanato por microscopia de força atômica. **Cerâmica**, v.57, n.342, p.173-179, 2011.
4. GILBERTONI, C. et al. Caracterização de cerâmica sinterizada por fluxo viscoso. **Revista Cerâmica** 51. p.331-335, 2005.
5. HECK, C. **Grés porcelanato**. Revista Cerâmica Industrial, v.1, n 4-5, p.21-24, 1996.
6. POPP, J.H. **Geologia Geral**. Rio de Janeiro: Editora LTC. 6ª Ed. p.309, 2010.
7. PRACIDELLI, S. **A importância de composição granulométrica de massas para a cerâmica vermelha**. Cerâmica industrial, São Paulo, v.2, n.2, p. 31 – 35, 1997.
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.