



UTILIZAÇÃO DE ANÁLISES TÉRMICAS DO REJEITO DE CAULIM PARA REVESTIMENTO CERÂMICO

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.6.23.I-010>

Julia Alves Barbosa (*), Marcondes Mendes de Souza, Alexandre Magno Rocha da Rocha, Maria Clara Paulino de Amorim e Jefferson Bento Gomes Pinheiro.

*Instituto Federal de Educação, ciência e tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN, Campus Natal Central – CNAT, alves.julia@escolar.ifrn.edu.br

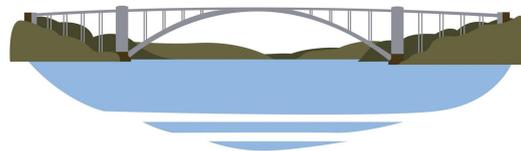
RESUMO

A cerâmica no Brasil está crescendo de maneira surpreendente com o passar dos últimos anos, tendo como um dos seus pilares, a mineração. No entanto, a mineração gera diversos impactos devido à grande produção de resíduos degradantes da saúde e do meio ambiente. Por isso, este trabalho tem como objetivo fazer uma análise comparativa com foco principal na utilização de resíduo de caulim na formulação da massa cerâmica para revestimento cerâmico. Para isso, foi feito a coleta do material e, posteriormente, levantamento de estudos teóricos e práticos da adição do rejeito às formulações cerâmicas. Os procedimentos laboratoriais para este relatório foram realizados no Laboratório de Processamento Mineral e Resíduos, no departamento de recursos naturais do Campus Natal- Central do IFRN. Onde os matérias passaram pelo processo de moagem e peneiramento em malha 200 Mesh para um melhor aproveitamento do resíduo. Já para a confecção dos corpos cerâmicos, foi utilizado duas temperaturas e duas formulações (caulim e seu resíduo). As amostras produzidas foram compactadas em uma matriz uniaxial e prensadas à 2,5 ton. Em seguida, os corpos de prova foram submetidos à secagem em estufa por 24 horas, prosseguindo para a etapa de sinterização que aconteceu em forno mufla, sob patamar de 60 min. e taxa de aquecimento de 10°C/min, nas temperaturas de 1100° C e 1200°C. Por fim, a realização da caracterização física, por meio dos cálculos de retração linear, absorção de água, porosidade aparente e massa específica aparente, conforme metodologia descrita por Souza (2015). Com a aplicação desses procedimentos metodológicos, esperou-se comprovar a viabilidade técnica da integração do resíduo de caulim como material para fabricação de revestimento cerâmico, auxiliar no desenvolvimento econômico e buscar uma redução significativa nos impactos ambientais causados pelo descarte impróprio desse resíduo.

PALAVRAS-CHAVE: Cerâmica, mineração, resíduo, caulim, impactos.

ABSTRACT

Ceramics in Brazil has been growing surprisingly over the last few years, with mining as one of its pillars. However, mining generates several impacts due to the large production of waste that degrades health and the environment. Therefore, this work aims to make a comparative analysis with a main focus on the use of kaolin residue in the formulation of ceramic mass for ceramic coating. For this, the material was collected and, subsequently, a survey of theoretical and practical studies on the addition of waste to ceramic formulations. The laboratory procedures for this report were carried out at the Laboratory of Mineral Processing and Waste, in the natural resources department of Campus Natal-Central of IFRN. Where the materials went through the process of grinding and sieving in a 200 mesh for better use of the residue. For the manufacture of ceramic bodies, two temperatures and two formulations were used (kaolin and its residue). The samples produced were compacted in a uniaxial die and pressed at 2.5 ton. Then, the specimens were subjected to drying in an oven for 24 hours, proceeding to the sintering step that took place in a muffle furnace, under a 60-minute period. and heating rate of 10°C/min, at temperatures of 1100°C and 1200°C. Finally, carrying out the physical characterization, through calculations of linear shrinkage, water absorption, apparent porosity and apparent specific mass, according to the methodology described by Souza (2015). With the application of these methodological procedures, it was expected to prove the technical viability of the integration of kaolin residue as a material for the manufacture of ceramic coating, to help in economic development and to seek a significant reduction in the environmental impacts caused by the improper disposal of this residue.



INTRODUÇÃO

“Os materiais cerâmicos, de acordo com Andrade, seria a conversão de matérias-primas, por meio de procedimentos térmicos em materiais duráveis, com o objetivo de atuarem em diversas áreas industriais ou civis” (Andrade; et al, 2005). Sobre a fabricação desses materiais, deve realizar pesquisas e testes para que possam ser desenvolvidos da melhor maneira para atenderem os requisitos mercadológicos e de normas. Assim, os revestimentos cerâmicos são todos aqueles produzidos para fim usual na construção civil, geralmente em pisos e paredes na forma de placas, pastilhas, azulejos, porcelanatos, etc. (ABCERAM, 2018).

A mineração gera uma porção significativa de resíduos que se tornam degradantes ao meio ambiente, temos como exemplo as empresas de extração e beneficiamento de caulim. No decorrer do processamento do caulim primário, se gera dois resíduos: o primeiro é um material mais grosseiro, produto da separação do quartzo deste minério; o segundo é um resíduo fino que seria produto do beneficiamento do caulim. No entanto, o depósito desse segundo material, o resíduo fino, é feito ao ar livre, impactando na saúde da população que vive ao redor dessas indústrias.

O caulim é constituído predominantemente pela caulitina, um silicato de alumínio hidratado. O caulim é também uma das argilas mais utilizadas nas indústrias, isso ocorre devido às suas propriedades físicas e químicas como a fina granulometria, cor esbranquiçada, boa estabilidade química, baixo teor de ferro e pouca abrasão. Por causa dessas propriedades o caulim é usado em diversas áreas como na fabricação de borracha, plástico, rações, papel, produtos farmacêuticos e fertilizantes. Logo, o objetivo de adicioná-lo em uma massa cerâmica seria de que ele agisse como fundente assim que atingir seu ponto de fusão, preenchendo os espaços vazios do corpo cerâmico, cristalizando-se e atingindo a fase vítrea para que a cerâmica apresente maior resistência.

OBJETIVOS

A presente pesquisa tem como objetivo principal evidenciar o potencial do uso de resíduo de caulim como matéria-prima em formulações cerâmicas. A proposta geraria uma alternativa de produção de modo que reduziria os impactos que esses resíduos causam ao meio ambiente e também à saúde da população adjacente. Baseia-se na utilização de caulim gerado na Mineração Nossa Senhora de Lourdes localizada no município de Equador no Rio Grande do Norte.

Fazendo o uso do material como constituinte na produção de materiais cerâmicos para revestimento, com base em sua caracterização mineralógica compatível ao uso, buscando diminuir a problemática que seria a geração e destinação de resíduos provenientes de atividades mineradoras.

METODOLOGIA

As matérias-primas utilizadas para a realização desse estudo foram a argila de São Gonçalo do Amarante-RN, o feldspato, quartzo, caulim e resíduo de caulim – fornecido pela Mineração Nossa Senhora de Lourdes localizada no município de Equador. Estes materiais não foram coletados com uma granulometria adequada, por isso, foram peneirados a uma malha de 200 mesh para um melhor aproveitamento dos resíduos. Foi utilizada uma formulação padrão para os corpos cerâmicos produzidos, como apresenta na tabela 1, a fim de analisar, após o término do comportamento do material e se seria eficiente para a produção de revestimento cerâmico. Além dos compostos mencionados, foi adicionado ainda 1,2 ml de água destilada – o que corresponde a 10% da massa total de cada corpo de prova –, para a umidificação e homogeneização da massa, conforme a figura 1. O somatório dos quatro elementos acrescidos da água corresponde a um total de 13,2 g, sendo o necessário para a confecção de um corpo cerâmico.



| Compostos | F1 | F2 |
|--------------------------------------|-----|-----|
| Feldspato | 45% | 45% |
| Argila de São Gonçalo do Amarante/RN | 35% | 35% |
| Quartzo | 15% | 15% |
| Caulim | 5% | 0% |
| Rejeito de caulim | 0% | 5% |
| Água destilada | 10% | 10% |

Tabela 1- Formulação dos compostos

“A NBR 13818 estabelece um mínimo de 10 corpos cerâmicos para a realização e ensaios de absorção de água” (ABNT, 1997). Esperando a inevitável perda de algumas peças, julga-se preferível nesse estudo a produção de no mínimo 40 corpos de prova – dentre eles, ocorre variação de formulação e temperatura. Para o preparo da massa, inicialmente, foram pesadas cada material em balança analítica, prosseguindo-se com a umidificação das formulações com água destilada e completa homogeneização, adquirindo a mistura consistência granulada e relativamente seca. Após devidamente homogeneizadas e umedecidas, todas as formulações serão armazenadas em sacos plásticos por um período de 24 horas, com o objetivo de conservar a sua umidade interna.

Para a compactação dos corpos de prova, cada mistura foi disposta em uma matriz uniaxial e prensadas à 2,5 ton. Em seguida, os corpos de prova serão submetidos à secagem em estufa a 110°C por 24 horas, onde deverá ocorrer a perda da umidade. Após a secagem, ocorre a etapa de sinterização dos corpos de prova que acontecerá em forno mufla, sob patamar de 60 min. e taxa de aquecimento de 10°C/min, onde foram sinterizadas a 1100° C e 1200°C. Por fim, para a realização da caracterização física, os corpos cerâmicos serão pesados em balança de precisão e terão suas dimensões aferidas com o auxílio de um paquímetro digital imediatamente após os processos de secagem e sinterização, sendo registrados os valores de largura, comprimento, peso, peso úmido e peso imerso das peças – estes dois últimos somente após o processo de sinterização. O objetivo desta caracterização é determinar suas características físico-químicas e tecnológicas por meio dos cálculos de retração linear, absorção de água, porosidade aparente e massa específica aparente, conforme metodologia descrita por Souza (2015). Para a classificação, os resultados obtidos foram comparados com a tabela de classificação dos revestimentos cerâmicos em função da absorção de água (ABNT NBR 13818).

RESULTADOS

Retração linear:

A retração linear, seria a variação do tamanho do corpo de prova após a queima, em que, valores positivos indicam retração e negativos que houve expansão. A figura 1 apresenta os resultados da retração linear das peças de caulim e rejeito de caulim, sinterizadas a 1100°C e 1200°C. De acordo com o gráfico, houve um aumento da retração linear dos corpos-de-prova com o aumento da temperatura de 1100°C para 1200°C, nas duas formulações. Evidenciando a influência que a temperatura possui na retração linear dos corpos-de-prova, sendo atribuído esse comportamento à perda de massa dos corpos-de-prova. Ao analisar, vemos que as peças de ambos os materiais e sinterizadas a 1100 sofreram um baixa retração enquanto as queimadas sob um patamar de 1200° C apresentaram um alta retração, consequentemente diminuindo a porosidade e a absorção.

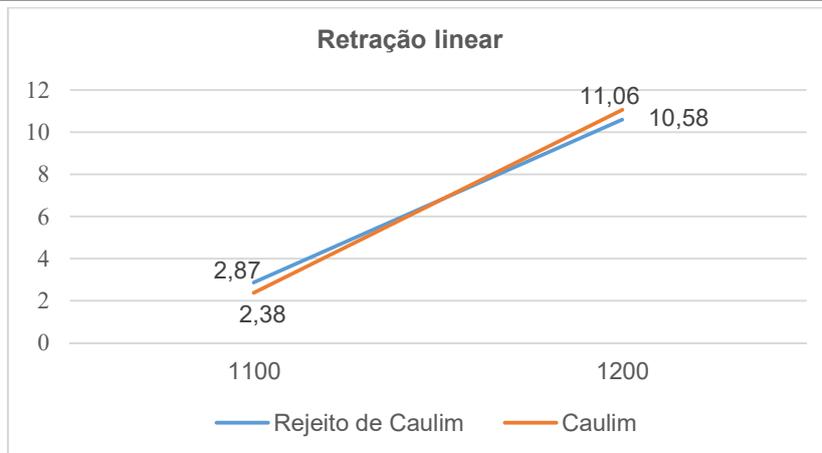
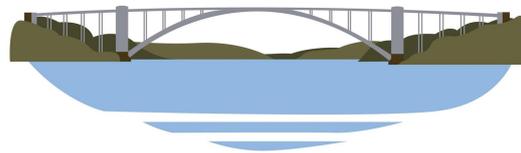


Figura 1: Gráfico de retração linear. Fonte: Autoria própria.

Absorção de água:

A absorção de água é a porcentagem, em massa, da água absorvida pelo corpo-de-prova sinterizado. Esta foi obtida de acordo com Souza Santos (1989, p. 186). A Figura 2 apresenta a média de absorção de água dos corpos-de-prova sinterizados a 1100° e 1200° C. A temperatura demonstra que quando se há um aumento na temperatura, ocorre uma menor absorção de água. Assim como uma menor porosidade. Atribuindo-se tal comportamento a uma baixa quantidade de poros abertos, relacionando-se a temperatura de sinterização e baixa Retração Linear. Pode-se afirmar isso a partir da figura 2 que apresenta a média da absorção.



Figura 2: Gráfico de absorção de água. Fonte: Autoria própria.

Perda ao fogo:

“A perda ao fogo é a quantificação da perda de massa do material cerâmico após a etapa de queima” (M-CIENTECC – 0 – 28,1995.). A Figura 3 apresenta a média de perda ao fogo dos corpos-de-prova sinterizados a 1100°C e 1200°C. Onde observa-se que ocorreu reações químicas e físicas nas amostras e isso modificou o peso após a sinterização. Podemos afirmar esta perda, a partir do gráfico, onde registrou uma perda de em média 5,92% e 6,02%, respectivamente nas amostras de rejeito de caulim. Já as incorporadas com caulim obtiveram médias de 5,89% e 5,77%.

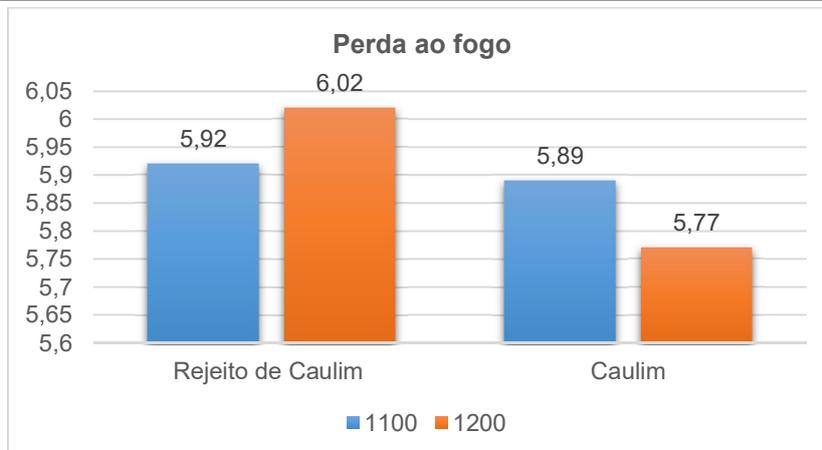
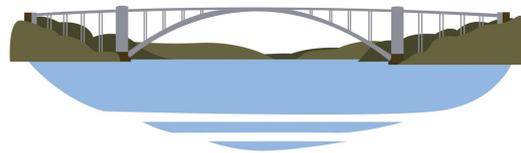


Figura 3: Gráfico de perda ao fogo. Fonte: Autoria própria.

Porosidade aparente:

A Porosidade aparente (PA) é a medida, em porcentagem, de poros aberto das amostras em relação ao seu volume total, o procedimento adotado foi baseado em Souza Santos (1989). A Figura 4 apresenta a média do comportamento da Porosidade Aparente dos corpos-de-prova sinterizados a 1100° C e 1200°C, o comportamento em decorrência a temperatura demonstra uma diminuição na porosidade.



Figura 4: Gráfico de porosidade aparente. Fonte: Autoria própria.

Massa específica aparente

A Figura 5 apresenta a média do comportamento da Massa Específica Aparente dos corpos-de-prova sinterizados a 1100° e 1200° C, o aumento na temperatura demonstra um aumento da Massa Específica Aparente. As amostras caulim apresentam valores da Massa Específica Aparente 28,66 g/cm² na de 1200° C. Todos os corpos-de-prova com resíduos de caulim, apresentaram valores similares. Os valores de Massa Específica Aparente são proporcionais ao aumento de temperatura, quanto maior a temperatura maior a Massa Específica Aparente. Os resultados demonstram um comportamento de densificação. No processo de sinterização, quando aumenta a temperatura ocorre o aumento da quantidade de fase vítrea, penetrando e preenchendo os poros na fase líquida, sendo assim, maior é a densidade dos corpos cerâmicos. Neste processo, acontece à difusão no estado sólido e formação de fase líquida, com isso há um preenchimento dos poros. A temperatura de sinterização influencia diretamente na densificação dos corpos-de-prova cerâmico, bem como a resistência mecânica dos mesmos (SOUZA,2015).

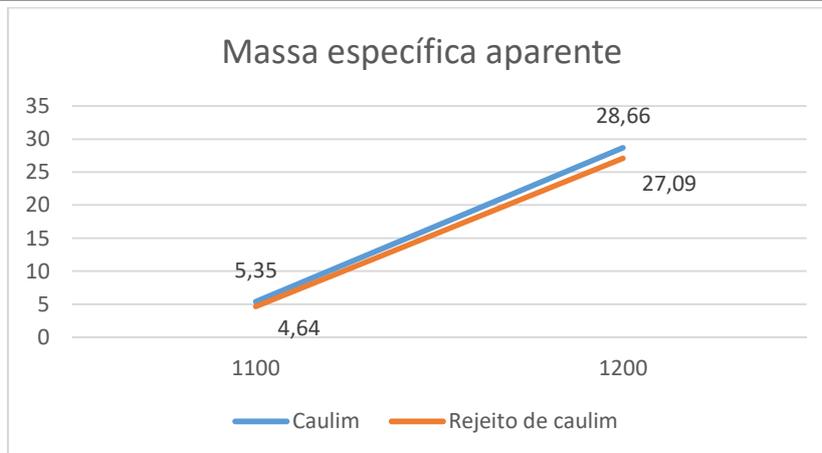
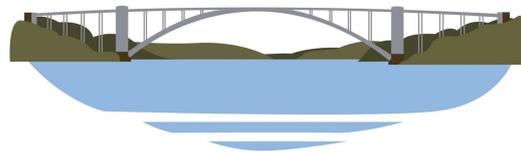


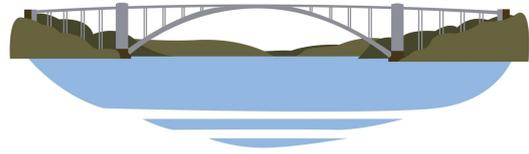
Figura 5: Gráfico de massa específica aparente. Fonte: Autoria própria.

CONCLUSÕES

Com os ensaios realizados a partir deste trabalho, é possível vê-se como são feitas as amostras, além de verificar sua qualidade, em termos de minerais bons e propícios para o investimento nas peças cerâmicas, que apresentam uma grande importância no cotidiano, grande resistência e baixa absorção de água. Para atuar nesses fatores, foi utilizado o calcário nas massas cerâmicas e partir deste trabalho, foi concluído que a cerâmica com presença de 5% de caulim ou rejeito de caulim, 15% de quartzo, 35% de argila de São Gonçalo do Amarante e 45% de feldspato, quando sinterizadas a 1100° C, demonstra uma considerável porosidade, alta absorção de água e moderada resistência a impactos. Devido a temperatura, as análises evidenciaram que, para a massa estudada, obteve-se um resultado favorável para um poroso, de acordo com a tabela de classificação de revestimento cerâmicos (ABNTNBR 13818), como mostra a tabela 2. Podendo ter aproveitamento do resíduo de calcário para formulação de grés porcelanato poroso. Já as amostras de mesma formulação, porém queimadas a 1200° C, obtiveram valores negativos, de absorção de água, com -2,08% e -1,97% incorporadas com caulim e rejeito de caulim. Esses valores negativos indicam que as peças atingiram um ponto de fusão máximo e conseqüentemente houve uma expansão e densificação dos corpos de prova, com isso, os mesmos apresentaram deformações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6459: Determinação do limite de liquidez – método de ensaio. Rio de Janeiro, RJ, 1984. NBR 13818 – Placas cerâmicas para revestimento – especificação e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, RJ, 1997.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13818: Placas cerâmicas para revestimentos: especificação e métodos de ensaios. Rio de Janeiro: ABNT, 1997. 78 p.
3. GRIM, R. E. (1958). Clay Mineralogy. New York: McGraw-Hill, (Geological Science Series), p. 29.
4. INDUSTRIAL MINERALS, July, 2001, p. 21.
5. LUZ, A. B. L., FERNANDO A. F.; Rochas & Minerais Industriais; CETEM/MCT, Rio de Janeiro, 2005.
6. SOUZA, MM. Estudo da adição de resíduos de quartzitos para obtenção de grés porcelanato. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 97p., 2015.
7. REZENDE, M. L. S. Estudo de viabilidade técnica da utilização do resíduo de caulim em blocos de vedação Campina Grande: Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, 2007. 54 f. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola).
8. FARIAS LEAL, Antônio et al. Utilização do resíduo de caulim em blocos de vedação. SciELO, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0370-44672008000300004>.



9. MENEZES, R. R. et alii. Utilização do resíduo do beneficiamento do caulim na produção de blocos e telhas cerâmicos. *Revista Matéria*, v. 12, n. 1, p. 226-236, 2007.