

ESTUDO DO COMPORTAMENTO TÉRMICO E ABSORÇÃO DE ÁGUA EM REVESTIMENTO CERÂMICO, UTILIZANDO NA FORMULAÇÃO DA MASSA: ARGILA, QUARTZO, FELDSPATO E RESÍDUOS DO BENEFICIAMENTO DO CAULIM

Marcondes Mendes de Souza (*), Luciana J. D. B. Mendes, Marcos A. O. Maia, Alexandre M. R. Rocha, Thalles C. de Lima

* Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Marcondes.mendes@ifrn.edu.br

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo, por meio de uma pesquisa experimental e teórica, apresentar uma possibilidade de adição de feldspato e resíduos de caulim, gerado pelas mineradoras da região da Província Pegmatítica de Borborema do Seridó (RN e PB), para revestimento cerâmico, possibilitando também uma redução no impacto ambiental. As matérias-primas foram moídas e passadas na peneira de malha 200# (mesh) e feitas análises físicas, sendo preparadas três formulações de percentuais distintos. Os corpos de prova foram preparados por prensagem uniaxial, sinterizados a 1150°C, 1200°C e 1250°C e submetidos aos ensaios físicos para verificação da absorção de água. Segundo a ISO 13006, as formulações F1 a 1200 °C e 1250 ° e F2 a 1250 ° apresentaram características técnicas de porcelanato, enquanto que as demais formulações, exceto F3 a 1150 °, as de grês. Portanto, verificou-se a viabilidade técnica da incorporação dos resíduos do caulim e feldspato como matéria prima da massa cerâmica para produção de porcelanato.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo de caulim, absorção de água; feldspato; quartzo; revestimento cerâmico.

ABSTRACT

The objective of this work is to present a possibility of addition of feldspar and waste residues, by mining islands of the Pegmatitic region of Borborema do Seridó (RN and PB), to the ceramic coating, by means of experimental and theoretical research. reduction in environmental impact. The raw materials were introduced and inserted into the 200 mesh mesh screen (mesh) and made in physical form, and three formulations of different percentages were prepared. The specimens were assembled by uniaxial pressing, sintered at 1150 ° C, 1200 ° C and 1250 ° C, and submitted to the boiler to record the water absorption. According to ISO 13006, as formulations F1 at 1200 °C and 1250 ° and F2 at 1250 °, while the formulations surplus, except F3 to 1150 °, as stoneware. Therefore, it was verified a technical feasibility of the incorporation of the residues of the broth and feldspar as raw material of the porcelain mass for porcelain production.

KEY WORDS: Kaolin residue, water absorption; feldspar; quartz; ceramic coating.

INTRODUÇÃO

A mineração é um dos setores que mais contribui para a economia brasileira e é sem dúvidas, uma atividade indispensável à sobrevivência humana, contribuindo de forma decisiva para o bem estar e qualidade de vida das presentes e futuras gerações, além de ser considerada fundamental para o desenvolvimento econômico e social de muitos países. No entanto, a indústria da mineração, comparando-se a outras, ainda possui um baixo índice de desenvolvimento sustentável, o que demonstra a grande necessidade de avaliação das suas relações com o meio ambiente e a adoção de medidas mitigadoras dos impactos causados por essa atividade, fazendo-se necessários estudos de viabilidade de ordem técnica, econômica e ambiental.

A atividade de mineração, embora geradora de vários impactos ambientais, é, incontestavelmente, 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. A preocupação em promover o equilíbrio necessário para a manutenção dos ecossistemas afetados por essa atividade, demanda uma política de gestão dos recursos naturais vinculada ao conceito de sustentabilidade, exigindo não, apenas, um planejamento consistente acerca da delimitação do espaço a ser explorado, mas também a implantação de um modelo de gestão integrada e participativa no uso dos recursos minerais.

Os impactos causados pela atividade da mineração, associados à competição pelo uso e ocupação do solo, geram conflitos socioambientais devido à falta de metodologia de intervenção, que reconheçam a pluralidade dos interesses envolvidos.

O desenvolvimento dessa atividade econômica deve ser analisado em uma visão holística pautada em planejamento que envolva os aspectos sociais, econômicos, ambientais, culturais, dentre outros, que sejam perfeitamente contemplados na exploração de rocha, conduzindo à sustentabilidade de uma dada sociedade.

O Brasil possui o quinto maior território do mundo, com 8,5 milhões de quilômetros quadrados (50% da América do Sul). Está entre as cinco nações mais populosas, com 190 milhões de habitantes. O PIB brasileiro é de aproximadamente US\$ 1,3 trilhões (2008); posicionando-o entre as dez maiores economias mundiais. Com uma indústria diversificada e muito competitiva, apresenta um setor de agronegócios altamente produtivo, um moderno sistema de serviços, além de negociar com, praticamente, todos os países. Detém, ainda, 20% de toda a biodiversidade do planeta. 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). O porcelanato é um dos produtos que apresentam grande expansão na escala produtiva (BAUCIA et al, 2010).

Em 2008, foram produzidos 713,4 milhões de metros quadrados, para uma capacidade instalada de 781 milhões de metros quadrados. As vendas totais atingiram 686,8 milhões de metros quadrados, sendo 605,4 milhões de metros quadrados vendidos no mercado interno e 81,4 milhões de metros quadrados exportados (ABNT, 1997).

A demanda contínua por maiores índices de produtividade na economia mundial levou ao rápido decréscimo dos recursos naturais e, ao mesmo tempo, à geração de grandes quantidades de resíduos e subprodutos, sendo a maioria deles não reciclados diretamente. Nos últimos anos, diferentes setores industriais têm sido mencionados como fonte de contaminação e poluição do meio ambiente, devido às enormes quantidades de resíduos produzidos.

Várias pesquisas têm sido dedicadas ao estudo da reutilização de resíduos da Indústria de Mineração e Beneficiamento de minérios como matérias-primas alternativas para a indústria de cerâmicas tradicionais.

A utilização desses materiais para a obtenção de um produto apresenta, dentre outras, a vantagem de diminuir a quantidade de resíduos a serem descartados na natureza, além de agregar valores a resíduos indesejáveis e possibilitar, também, a geração de novos empregos.

A indústria cerâmica, um dos mais dinâmicos setores da economia nacional, assim como outros setores produtivos, vem apresentando, nos últimos anos, uma acentuada tendência de regionalização de sua produção, em busca de mercados emergentes e novas bases de competitividade, consolidando polos de desenvolvimento.

No processo de constante modernização de seus produtos, as indústrias de revestimentos cerâmicos desenvolveram o grês porcelanato, ou simplesmente porcelanato. O grês 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.

Os caulins brasileiros podem ser divididos em cinco grupos: caulins sedimentares, caulins oriundos de pegmatitos, de rochas graníticas, de rochas vulcânicas e caulins derivados de anortosito. A província pegmatítica da região Borborema-Seridó localiza-se nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte. Na região Junco-Ecuador (RN/PB), ocorrem diversos depósitos de caulins associados à alteração de pegmatitos. Os pegmatitos caulinitizados estão inseridos no Grupo Seridó, de idade pré-cambriana e possuem grande variação de tamanho, podendo chegar a algumas dezenas de metros de largura (SILVA et al, 1997).

Os depósitos de caulins da província Borborema-Seridó são lavrados há bastante tempo, porém de maneira rudimentar e predatória, sem um estudo prévio das jazidas e das condições geológicas de formação dos depósitos. A ausência de conhecimento sobre a geologia dos depósitos da região e a aplicação dessas tecnologias rudimentares de lavra e beneficiamento, acarretam significativas perdas do minério (LEITE et al, 2007).

O uso mais importante do caulim é na indústria de papel. Estima-se que das 25 milhões de toneladas de caulim beneficiado, cerca de 10 milhões sejam utilizados nessa indústria (MURRAY; KOBEL, 2005). O caulim é utilizado como cobertura e carga de papel, sendo como cobertura o seu uso mais importante. Nesse caso, o caulim deve apresentar uma combinação adequada de alvura e de opacidade.

O caulim como cobertura confere ao papel uma topografia lisa, com superfície menos rugosa, absorvente, mais branca, brilhante, opaca e com melhores propriedades de recepção à tinta. Já o caulim como carga é utilizado para reduzir a quantidade de polpa de celulose, bem como promover uma melhoria considerável na impermeabilidade e receptividade à tinta (LUZ et al, 2009).

No processo de beneficiamento do caulim são gerados dois tipos de resíduos, o processo de beneficiamento acarreta ao resíduo, de forma involuntária, qualidades excelentes para que possa vir a ser uma matéria-prima de primeira qualidade, já que separa o quartzo da caulinita. Quando a caulinita é submetida a aquecimento, surgem duas fases estáveis: mulita e cristobalita.

OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo, por meio de uma pesquisa experimental e teórica, estudar o comportamento térmico e a reação de absorção de água após a sinterização das peças cerâmicas para revestimentos, utilizando na formulação a argila, quartzo, feldspato e resíduos do beneficiamento do caulim, gerado pelas mineradoras da região da Província Pegmatítica de Borborema do Seridó (RN e PB), possibilitando também uma redução no impacto ambiental.

Desta forma, mitigando os impactos ambientais na região do Seridó Potiguar e também gerando mais empregos e renda para os moradores que estão alocados próximo à mina. Como também, avaliar a potencialidade da adição de resíduos de caulim gerados pelas empresas mineradoras da região do Seridó do Rio Grande do Norte e Paraíba, sobre as características de processamento de massas cerâmicas utilizadas na fabricação de grés porcelanato;

METODOLOGIA

As matérias-primas utilizadas para a realização desse trabalho foram a argila, o feldspato, o quartzo e o resíduo do beneficiamento do caulim. A argila é pouco plástica, com granulometria inferior a 200 mesh, e apresenta elevada resistência mecânica. Já as amostras de feldspato ortoclásio foram coletadas com uma granulometria de 200 mesh, ambas através de doação da empresa Armil Mineração do Nordeste Ltda. Os resíduos do beneficiamento do caulim foram coletados após o beneficiamento do minério, através de doação da empresa caulise situada no Município de Equador – RN.

Na preparação das formulações, foi utilizado feldspato, quartzo, argila e resíduos de caulim. A mistura foi realizada em moinhos periquito com bolas de alumina, por um período de 2 horas para cada composição. Após a finalização e completa homogeneização a seco, as formulações foram umedecidas com água destilada (10%), adquirindo consistência plástica para o processo de conformação. Todas as composições, misturadas, homogeneizadas e umedecidas, foram colocadas em sacos plásticos, preservando a sua umidade pelo período de 24 horas.

Para a compactação dos corpos-de-prova (CP), utilizou-se 12 gramas da massa cerâmica com 10% de água adicionada na mesma. Em seguida, colocou-se a massa em uma matriz com dimensões de 60 x 20 x 5 mm, sendo confeccionadas 10 (dez) amostras com duplicatas. Assim, foram confeccionados 20 (vinte) corpos-de-prova, conforme norma (ABNT, 1997). A etapa de compactação mecânica consiste de prensagem em matriz uniaxial à pressão de 15 ton. (marca Marcon – Laboratório do IFRN), com manutenção da pressão máxima por um período de um minuto para estabilização e homogeneização das partículas. A secagem dos corpos-de-prova foi realizada em uma estufa a 110°C por 24 horas, para eliminação de umidade e consolidação da resistência mecânica à verde.

A etapa de sinterização dos corpos-de-prova foi realizada em forno mufla, marca JUNG, no laboratório de Processamento Mineral do IFRN, em atmosfera ambiente, sob patamar de 60 min. e taxa de aquecimento de 5°C/min. As temperaturas de sinterização foram de 1150°C e 1200°C, e o resfriamento foi feito de forma natural, com o forno desligado e fechado até atingir a temperatura ambiente. Após a sinterização, os CP foram medidos e pesados em balança de precisão.

RESULTADOS

Um dos parâmetros de classificação das placas cerâmicas é a absorção de água, que tem influência direta sobre outras propriedades do produto. A resistência mecânica do produto, por exemplo, é tanto maior, quanto mais baixa for a absorção e a porosidade.

A formulação F3 apresentou uma maior absorção de água, absorvendo 3,30% depois de sinterizada a 1150°C, 1,78% na sinterização a 1200°C e aproximadamente 1,00 % na sinterização a 1250°C. A formulação F2 apresentou absorção menor que a formulação F3 e maior que a formulação F1, sendo seus valores aproximadamente 2,92% a de 1150°C, 1,12% na temperatura de 1200°C e 0,13% em 1250°C. A formulação F1 foi a que apresentou o menor índice de absorção porque absorveu 1,70% as amostras de 1150°C e 0,08% as de 1200°C e 1250°C.

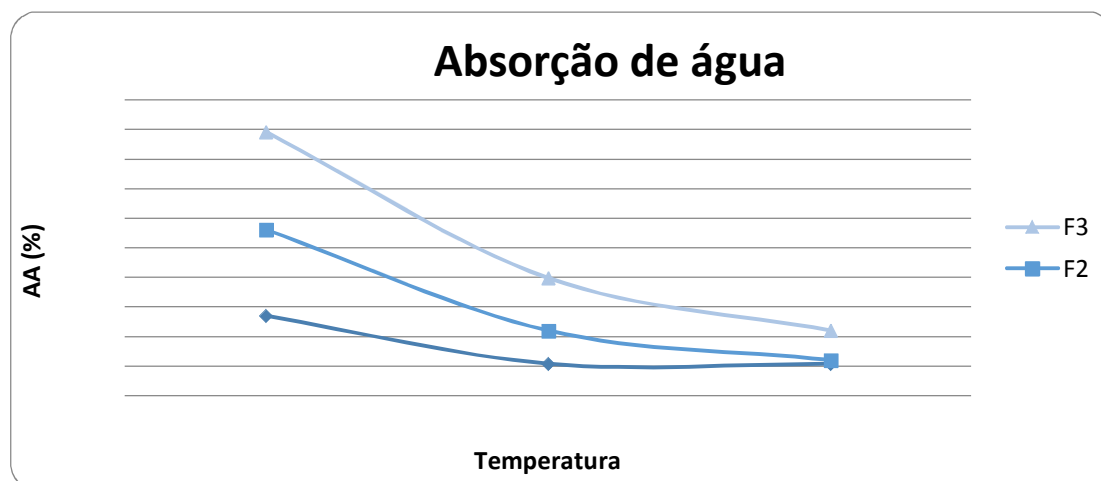


Figura 1: Ensaio de absorção de água

Na tabela 03, a formulação F1 (absorção de 1,70%) sinterizada a 1150°C; na tabela 04, a formulação F2 (absorção de 2,92%) sinterizada a 1150°C e F2 (absorção de 1,12%) sinterizada a 1200°; e a formulação F3 (absorção de 1,78%) sinterizada a 1200° e F3 (absorção de 1,00%) sinterizada a 1250° resultaram num grês, visto que apresentaram valores de absorção aparente fora das especificações da Norma 13006 para porcelanato, podendo ser mais bem observado no gráfico 1. Na tabela 05, a formulação F3 (absorção a 3,30%) sinterizada a 1150°C obteve valores dentro da norma ISO 13006 que caracteriza o grupo dos Semi-porosos.

De acordo com os ensaios realizados, obtiveram-se dentro do padrão para porcelanato as formulações F1 sinterizadas a 1200°C e 1250° e F2 sinterizada a 1250°, pois mostraram boa resistência devido à baixa absorção apresentada. Essa formulação tem como característica uma porcentagem maior de feldspato (50%) do que dos outros materiais, o que explica a sua boa resistência mecânica.

Tabela 1. Média dos resultados do ensaio físico para F1

Resultados - F1			
Temperaturas	1150°C	1200°C	1250°C
Absorção	1,70 %	0,08 %	0,08 %

Tabela 2. Média dos resultados do ensaio físico para F2

Resultados - F2			
Temperaturas	1150°C	1200°C	1250°C
Absorção	2,92 %	1,12 %	0,13 %

Tabela 3. Média dos resultados do ensaio físico para F3

Resultados- F3			
Temperaturas	1150°C	1200°C	1250°C
Absorção	3,30 %	1,78 %	1,00 %

CONCLUSÕES

Os ensaios realizados neste trabalho indicam que a massa cerâmica preparada com a adição de feldspato e resíduos de caulim pode ser utilizada como matéria-prima para material de piso cerâmico do tipo porcelanato, grês e semi-poroso, quando sinterizados a temperaturas superiores a 1150°C.

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, Jul. 2010.
2. **Feldspato**. Disponível em: < <http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriadocumento/balancomineral2001/feldspato.pdf>>. Acesso em 03/06/2010.
3. FERNANDES, M. C. S.; PAULIN FILHO, P. I.; MORELLI, M. R. Análise da superfície de grês porcelanato por microscopia de força atômica. **Cerâmica**, v. 57, n. 342, p. 173-179, Jun. 2011.
4. INMETRO. **Revestimentos e pisos cerâmicos**. Disponível em: < <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/revestimentos.asp>>. Acesso em 11/05/2010.
5. LEITE, J. Y. P. **Technological Characterization of kaolin tailing from small scale mining in RN and PB states – Brazil**. MEI - Conferences Material, Minerals & Metal Ecology 06. 14-15 Nov. 2006.

6. LEITE, J. Y. P.; VERAS, M. M.; SANTOS, E. P.; LIMA, R. F. S.; PAULO, J. B. A. Mineração de Caulim de Pequena escala em APL de Base Mineral: novo Layout para sua Otimização. In: XXII ENTMMME / VII MSHMT, 2007, Ouro Preto-MG. **Anais...** Ouro preto-MG, 2007.
7. LUZ, et al. **Rochas e minerais industriais: usos e especificações**. Rio de Janeiro. CETEM. (2005).
8. LUZ, A. B.; SILVA, F. A. N. G.; SAMPAIO, J. A.; BERTOLINO, L. C.; SCORZELLI, R. B.; DUTTINE, M.; SILVA, F. T. *Technological Characterization of Kaolin: Study of the case Borborema-Seridó Region (Brazil)*. **Applied Clay Science**, v. 44, p. 189-193, 2009.
9. MARQUES, et al. **Reaproveitamento do resíduo do polimento de porcelanato para utilização em massa cerâmica**. Revista Eletrônica de Materiais e Processos. (2005).
10. MOTHE, et al. **Reciclagem de resíduos sólidos de rochas ornamentais**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro. (2005)
11. MURRAY, H. H.; KOBEL, J. E. *Engineered clay products for the paper industry*. **Applied Clay Science**, v. 28, p. 199-206, 2005.
12. SILVA, M. R. R.; DANTAS, J. R. A. Província pegmatítica da Borborema-Seridó, Paraíba e Rio Grande do Norte. In: DNPM/CPRM (Eds). **Principais depósitos minerais do Brasil**. 1 ed. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, 1997. v. 4.
13. TANNO, L. C., MOTTA, J. F. M. Panorama Setorial – Minerais Industriais. *Cerâmica Industrial*, vol.5, n. 3, p. 37 – 40, mai/jun, 2000.