

EFEITO DA ADIÇÃO DO RESÍDUO DE POLIMENTO DE PORCELANATO NAS PROPRIEDADES DE BLOCOS CERÂMICOS

Santana, G.L.¹, Barbosa Neto, M.C.¹, Campos, L.F.A²., Macedo, D.A²., Dutra, R.P.S.²

¹Curso de Graduação em Engenharia de Materiais - Universidade Federal da Paraíba.

² Departamento de Engenharia de Materiais - Universidade Federal da Paraíba.

geovanalira1@gmail.com

RESUMO

Este trabalho apresenta como objetivo o estudo das propriedades tecnológicas de blocos cerâmicos com adição de resíduo do polimento de porcelanato. Os corpos de provas são produzidos com base argilosa, onde o resíduo é introduzido em concentrações de 10% e 20% em massa, para avaliar a sua influência nas propriedades do bloco cerâmico. Todos estes materiais foram caracterizados através da determinação de sua composição química (FRX) e por difração de raio X. A sinterização foi realizada em temperaturas de 850°C, 950°C e 1100°C, com taxa de aquecimento de 2°C/mim e patamar de 60min. Após isto, obtiveram-se as propriedades tecnológicas das amostras, tais como: Perda ao fogo, retração linear à queima, absorção de água, porosidade e densidade aparente, como também, propriedades de resistência mecânica através do ensaio de resistência à flexão. Os resultados mostram que a adição dos resíduos influenciou as propriedades tecnológicas.

Palavras-chave: resíduo de porcelanato; temperatura de sinterização; propriedades tecnológicas.

INTRODUÇÃO

Para abastecer as necessidades produtivas do mundo moderno, foi necessário um aumento da produção industrial que, conseqüentemente favorece o aumento de resíduos fabricados, causando danos ao meio ambiente e a saúde humana, caso não seja descartado de maneira correta. Como é pouco provável a interrupção da produção, a solução consiste em reaproveitar os resíduos gerados nos diversos processos produtivos ⁽¹⁾. Estes subprodutos gerados podem ser reutilizados diretamente ou podem ser aproveitados como aditivos em outros processos industriais (ISO 14040). Esta busca por métodos

de reciclagem dos resíduos industriais tem estimulado o desenvolvimento de pesquisas que tratam estes poluentes como matérias-primas importantes com maior valor de aplicação inserido, transformando o resíduo em bens úteis para sociedade. Esta iniciativa é necessária e possibilita a descoberta de novos produtos [2]. A viabilização da utilização de resíduos pelas indústrias cerâmicas dá-se pela possibilidade da substituição de uma ou mais matérias-primas da composição original pelo resíduo, mantendo-se o processo de produção igual ao convencionalmente utilizado. Além da exigência da melhoria da qualidade e eficiência produtiva dos produtos fabricados ^(2,3).

A indústria de produção de porcelanatos e grês polidos vem crescendo nos últimos anos. O porcelanato polido é o mais produzido comercialmente, por possuir importantes características estéticas. Este produto requer uma etapa final de polimento, a fim de retirar defeitos e dar brilho à superfície do material, porém este processo gera uma grande quantidade de resíduo. Este resíduo é constituído pela mistura do material cerâmico oriundo do polimento em junção com o material abrasivo, geralmente composto por partículas de silício aglomeradas por cimentos à base de cloretos magnesianos, desprendido durante o processo, evidenciando seu potencial como matéria-prima cerâmica alternativa ^(4,5).

Tendo em vista que este resíduo é comumente depositado em aterros, como é feito a maioria dos resíduos gerados pela indústria cerâmica no Brasil ⁽⁶⁾. Este trabalho tem por objetivo utilizar o resíduo do polimento de porcelanato na fabricação de blocos e/ou tijolos cerâmicos como aditivo a matéria-prima original, visando à diminuição do uso da mesma, como a melhoria nas propriedades mecânicas do produto final em comparação com o produto convencional.

MATERIAIS E MÉTODOS

O resíduo de polimento de porcelanato foi obtido de uma indústria de fabricação de porcelanato localizada na região metropolitana de João Pessoa. Os corpos de provas foram fabricados com uma base de cerâmica vermelha formada pela mistura de dois tipos de argilas (plástica e não-plástica) em proporções iguais, onde o resíduo foi adicionado em dois diferentes teores. Os resíduos foram caracterizados através da determinação da sua composição por

meio da difração de raio X (DRX) e fluorescência de raio X (FRX) realizados no Laboratório de Solidificação Rápida, LSR na Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Para os ensaios de caracterização as matérias primas foram secas, desaglomeradas em almofariz com o auxílio do pistilo e peneiradas através de peneira ABNT N° 200, com exceção das formulações preparadas para prensagem que foi peneirada em peneira ABNT N°40.

Foram utilizadas noventa amostras divididas em três grupos, de acordo com sua temperatura de sinterização. Cada grupo, por sua vez, possui dez amostras de cada formulação identificadas por ordem alfanumérica. As amostras de argila pura são denominadas por A, onde se classificam na escala de A1 a A10 para o grupo sinterizado à 850°C, A11 a A20, sinterizados à 950°C e A21 a A30, sinterizados à 1100°C. As amostras com adição do resíduo são identificadas de maneira similar, alterando apenas a letra antecessora, tal que para as formulações com 10% e 20% de resíduo de polimento de porcelanato sejam B e C respectivamente, e para o resíduo de lingotamento do aço sejam D e E respectivamente.

As argilas foram desaglomeradas mecanicamente em tamanhos de partículas menores, com o auxílio de pistilo e almofariz, facilitando o processo de moagem, ao qual foi submetida na sequência. Para a moagem da argila, utilizou-se o moinho de bolas do Laboratório de Solidificação Rápida, LSR, UFPB, onde a intenção desse processo é reduzir o tamanho das partículas da argila, para auxiliar na etapa de peneiramento. O resíduo de Porcelanato, por sua vez, passou, por um processo de secagem inicial ao ar livre, e em seguida foi colocado em estufa a 60°C, onde permaneceram por, no mínimo 24 horas, com o intuito de retirar a umidade remanescente do material. Após a secagem, o resíduo teve o tamanho de suas partículas reduzidas com o auxílio do almofariz e pistilo. Por fim, ambas as matérias-primas foram peneiradas em peneira de malha 40 ASTM, a fim de obter partículas de tamanho desejável para o processo de conformação.

A Fluorescência de Raios X é um método de análise química que permite determinar a composição química de um material, bem como conhecer a concentração de cada elemento na amostra ⁽⁷⁾. A análise por Fluorescência de Raios X foi realizada no Laboratório de Solidificação Rápida (LSR), localizado na Universidade Federal da Paraíba, no equipamento XRF-1800 da Shimadzu.

Para que as argilas e os resíduos tivessem condições de serem analisadas, foi necessário peneirar as amostras em peneira de malha 200 ASTM e, posteriormente, prensá-las na forma de pastilhas circulares e secá-las em estufa a 60°C para que pudessem ser analisadas.

A difratometria de raios X é uma das principais técnicas de caracterização microestrutural, a qual possibilita identificar um composto químico a partir da determinação de sua estrutura cristalina. Essa análise foi no Laboratório de Solidificação Rápida, LSR, UFPB. Para tal procedimento, também foi necessário peneirar as amostras de argilas e resíduos em peneira de malha 200 ASTM, de modo que reduzindo o tamanho do grão, possa ter uma maior área superficial e conseqüentemente uma maior interação do material com o feixe de raios X.

As formulações foram preparadas adicionando-se, em diferentes concentrações, o resíduo de polimento de porcelanato em corpos de provas constituídos de uma base argilosa formada por dois tipos de argila distintos. Os percentuais adicionados foram de 10% e 20%. A homogeneização da massa ocorreu de forma manual, utilizando-se apenas de uma colher para ajudar na uniformização da mesma.

A Tabela 1 apresenta, detalhadamente, os diferentes percentuais entre a argila e os resíduos gerados sob as diferentes temperaturas de queima.

Tabela 1. Formulações utilizando resíduo e argila.

NOMENCLATURA	PERCENTUAL DE ARGILA (%)	PERCENTUAL DE RESÍDUO (%)
AR	100	0
AR+RSP10	90	10
AR+RSP20	80	20

Para facilitar o entendimento é necessário compreender as nomenclaturas utilizadas na Tabela 1. A sigla AR identifica a presença de argila. Já as siglas RSP correspondem às amostras com presença de resíduo do porcelanato, onde a porcentagem em massa de resíduo adicionada à massa cerâmica depende da numeração final de 10 e 20.

Os corpos de prova foram produzidos a partir do processo de prensagem uniaxial. Inicialmente, foi necessário colocar a formulação a ser prensada em estufa a 60°C, para a correção da umidade. Após 24 horas da secagem do material, foi necessário adicionar a cada formulação 8% de água em relação à massa total da formulação, na qual deveria ser bem misturada com o intuito de promover a homogeneização da mesma. Seguidas 24 horas após a homogeneização, as massas cerâmicas, que foram armazenadas em recipientes, com o intuito de protegê-las da umidade do ar, foram, então, direcionadas ao processo de conformação, utilizando-se de uma prensa hidráulica.

Determinou-se para a realização dessa etapa do processamento a aplicação de carga de cinco toneladas, por um tempo aproximado de 5 segundos, aliviando a pressão ao atingir a metade da carga estipulada. A cada amostra fabricada, era necessário que a mesma fosse pesada e medida suas dimensões, com o auxílio de balança de precisão de 0,0001g e paquímetro eletrônico com precisão de 0,01 mm, respectivamente. Foram confeccionados 30 corpos de prova para cada formulação, apresentando-se esses na forma de placas.

A etapa inicial do tratamento térmico dos corpos de provas foi a secagem. As amostras permaneceram em estufa a 110°C por 24 horas. Posteriormente, foi realizada a sinterização, nas temperaturas de 850°C, 950°C e 1100°C, ocorrendo a uma taxa de aquecimento de 2°C/min e permanecendo por 60 minutos na temperatura estabelecida. Ao final de cada etapa, os corpos de prova eram novamente pesados e medidos.

Após o tratamento térmico os ensaios de porosidade e densidade aparente foram feitas pelo Método de Arquimedes. Os corpos de prova ficaram submersos em água por 24 horas à temperatura ambiente, em seguida, a água em excesso foi retirada, e ainda úmido, eles foram pesados em balança eletrônica de precisão para medir o peso da amostra úmida. Posteriormente, foi obtido o peso da amostra imersa, com o auxílio de um béquer.

Por fim, os corpos de prova foram submetidos ao ensaio mecânico de flexão, ao qual foi utilizada uma velocidade de ensaio de 0,5 mm/min. Esse ensaio foi realizado no Laboratório de Solidificação Rápida (LSR) da

Universidade Federal da Paraíba (UFPB) em equipamento AG IS 10KN da Shimadzu.

RESULTADOS E DISCURSÃO

A Tabela 2 mostra a composição química do resíduo do polimento de porcelanato, nela pode-se observar a presença de grandes quantidades de sílica, alumina e óxidos de magnésio, semelhante à composição química da base cerâmica utilizada, indicando compatibilidade do resíduo com a base cerâmica.

Tabela 2: Composição química (% em massa) do resíduo de polimento de porcelanato.

<i>Amostra</i>	<i>SiO₂</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>MgO</i>	<i>K₂O</i>	<i>CaO</i>	<i>Na₂O</i>	<i>Fe₂O₃</i>	<i>TiO₂</i>	<i>Outros</i>
Resíduo	67,00	16,72	8,61	2,60	1,51	1,31	0,72	0,27	1,76

Tabela 3: Composição química (% em massa) das argilas utilizadas como base cerâmica.

<i>Amostra</i>	<i>SiO₂</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>Fe₂O₃</i>	<i>K₂O</i>	<i>CaO</i>	<i>MgO</i>	<i>TiO₂</i>	<i>Na₂O</i>	<i>Outros</i>
Argila	62,50	20,70	7,30	2,72	1,94	1,82	1,42	0,99	0,72

Observa-se que o padrão de difração de raios X do resíduo de polimento de porcelanato está de acordo com os dados de composição química. O quartzo classifica-se como uma das três formas cristalinas polimórficas principais da sílica, formado pelos átomos de silício e oxigênio arranjados de forma tetraédrica. Pode-se concluir que o quartzo presente no gráfico é originado da sílica e alumina presente no porcelanato, enquanto que o óxido de magnésio está associado ao cimento presente no abrasivo ⁽⁸⁾.

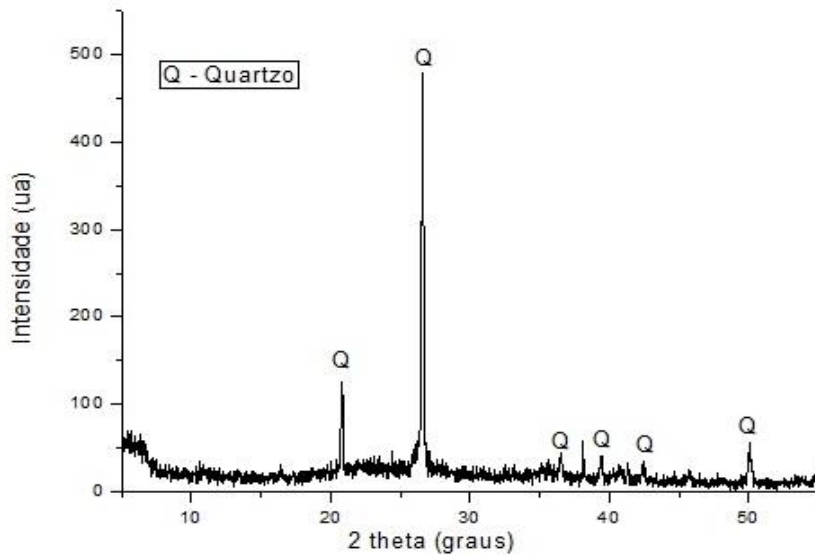


Figura 1. Difratograma do Resíduo de Polimento de Porcelanato.

A queima do resíduo de porcelanato liberam gases, que estão relacionados com a queima do carvão de silício e a formação de sílica e CO₂. Estes gases são liberados e são responsáveis pela formação de poros abertos. Este fenômeno explica o aumento da absorção de água e da porosidade aparente diretamente proporcional ao aumento do teor de resíduo utilizado em todas as temperaturas estudadas (Figura 2,3,4). Para a composição de 10% na temperatura de queima de 1100°C (Figura 5), a densidade aparente apresentou um pequeno aumento, devido a presença de fase vítrea e fundentes no resíduo, que ocupam os poros fechados, tornando-a mais densa.

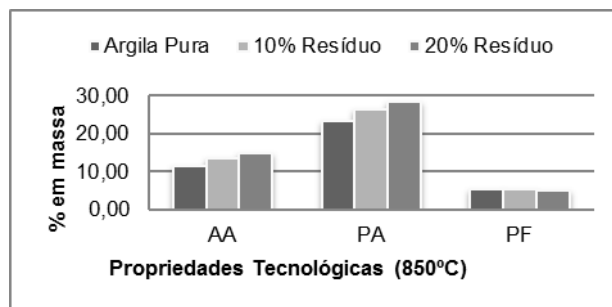


Figura 2. Gráfico das propriedades tecnológicas à 850°C em função do percentual de resíduo.

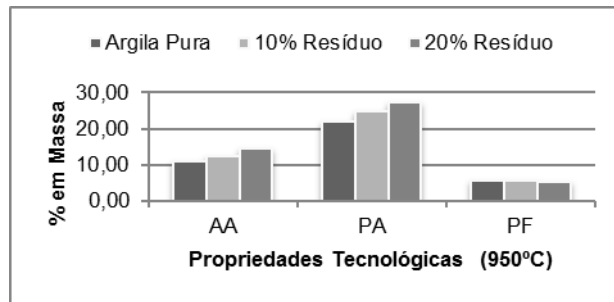


Figura 3. Gráfico das propriedades tecnológicas à 950°C em função do percentual de resíduo.

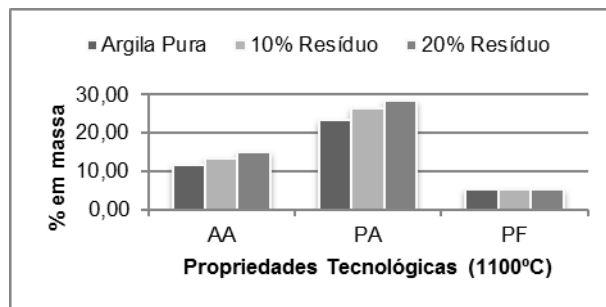


Figura 4. Gráfico das propriedades tecnológicas à 1100°C em função do percentual de resíduo.

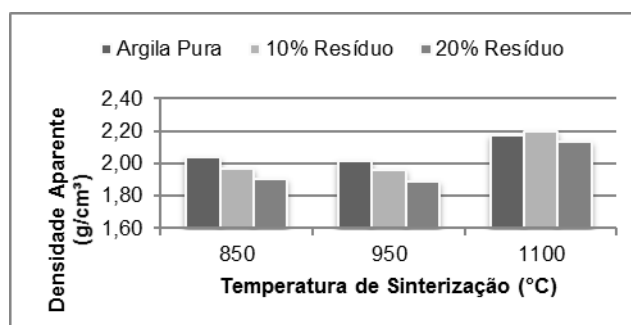


Figura 5. Gráfico da densidade aparente em função das temperaturas estudadas.

Na temperatura de sinterização de 1100°C, houve um aumento significativo da resistência à flexão para as composições de 10% e 20% em relação aos produtos de argila pura. Nesta temperatura os materiais fundentes

formam fase líquida e começa a preencher os poros. Os poros comportam-se como concentradores de tensão, propagando trincas. A redução da porosidade devido a presença de fase amorfa, melhora a resistência mecânica e a porosidade aparente. Além de ocorrer o aparecimento de novas fases cristalinas tais como mulita primária, explicando este aumento no valor do módulo da tensão de ruptura a flexão (Figura 8).

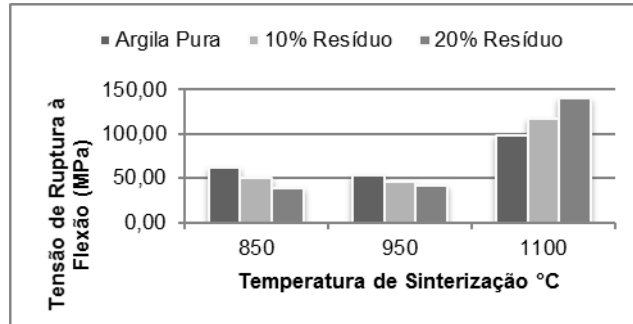


Figura 6. Gráfico da tensão de ruptura à flexão em função da temperatura de sinterização, para cada formulação em estudo.

CONCLUSÕES

Com base no estudo realizado e resultados obtidos, o resíduo produzido pelo processo de polimento do porcelanato possui propriedades químicas capazes de possibilitar a sua incorporação na fabricação da cerâmica vermelha. Observou-se o alto potencial de reciclagem através do ensaio de fluorescência de raios X, devido à compatibilidade química identificada pelos compostos presentes tanto no resíduo quanto na massa cerâmica. O difratograma, por sua vez, apresentou os picos característicos do quartzo, material composto em sua maior parte por silicatos e alumina, e significativamente presente no polimento de porcelanato.

A absorção da água e a porosidade aparente apresentaram um pequeno aumento, com o crescimento dos teores de resíduo, nas temperaturas em estudo. Porém, a perda ao fogo e o teor de umidade mantiveram-se constantes mesmo com a inserção do resíduo, o que indica a ausência de matéria orgânica no resíduo utilizado. Dentre as composições em estudo, destaca-se a composição de 20% na temperatura de queima de 1100°C, devido a sua

redução da porosidade aparente, associado ao aumento da resistência mecânica à flexão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro, processo 455398/2012-7, Chamada CNPq/VALE S.A. Nº05/2012 – Forma Engenharia, e ao LSR – Laboratório de Solidificação Rápida pelos ensaios realizados.

REFERÊNCIAS

- [1] MOREIRA, J. M. S.; MANHÃES, J. P. V. T.; HOLANDA, J. N. F.. Reaproveitamento de resíduo de rocha ornamental proveniente do Noroeste Fluminense em cerâmica vermelha. **Cerâmica**, Campos dos Goytacazes, v. 51, p.180-186, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ce/v51n319/26789.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2014.
- [2] CASAGRANDE, Marcos Cardoso et al. Reaproveitamento de Resíduos Sólidos Industriais: Processamento e Aplicações no Setor Cerâmico. **Cerâmica Industrial**, Florianópolis, v. 13, p.34-42, abr. 2008.
- [3] KUMMER, Larissa et al. Reutilização dos Resíduos de Polimento de Porcelanato e Feldspato na Fabricação de Novo Produto Cerâmico. **Cerâmica Industrial**, Paraná, v. 3, n. 12, p.34-38, jun. 2007.
- [4] OLIVEIRA, Antônio Pedro Novais de. Grês Porcelanato: Aspectos Mercadológicos e Tecnológicos. **Cerâmica Industrial**, Florianópolis, v. 3, n. 3, p.34-41, jun. 1998.
- [5] MARQUES, L. N. et al. Re-aproveitamento do resíduo do polimento de porcelanato para utilização em massa cerâmica. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, Campina Grande, v. 2, p.34-42, 2007.
- [6] BERNARDIN, Adriano Michael et al. Reaproveitamento de Resíduos de Polimento e de Esmaltação para Obtenção de Cerâmica Celular. **Cerâmica Industrial**, Criciúma, v. 11, p.31-34, dez. 2006.

[7] CRUZ, F. J. R. **Utilização da cinza de aveloz de fornos cerâmicos para a produção de tijolos e telhas** / Francisco José Ribeiro Cruz. – Caruaru: O autor, 2012

[8] SANTOS, H. S. et al. Estudo por microscopia eletrônica das transformações durante a queima de argilas altamente aluminosas brasileiras. **Cerâmica**, São Paulo, v. 1, n. 52, p.125-137, 2006. Disponível em:
<<http://www.scielo.br/pdf/ce/v52n322/30577.pdf>>. Acesso em: 06 jul. 2015.

EFFECT OF PORCELAIN POLISHING ADDITION OF WASTE IN PROPERTIES BLOCKS CERAMIC

ABSTRACT

This work has as objective the study of the technological properties of ceramic blocks with addition of residue porcelain polishing. The test samples are produced with clay base, where the waste is introduced in concentrations of 10% and 20% by mass, to evaluate its influence on the properties of the ceramic block. All these materials were characterized by determining their chemical composition (XRF) and X-ray diffraction. Sintering was performed at temperatures of 850 ° C, 950 ° C and 1100 ° C with a heating rate of 2 ° C / me and 60 minutes of landing. After this, there was obtained the technological properties of the samples such as: Loss on fire, the burning linear shrinkage, water absorption, porosity and density, as well as, mechanical strength properties through the flexural strength test. The results show that the addition of waste influenced both the technological properties, the mechanical properties evaluated in this study.

Keywords: polishing waste; sintering temperature; technological properties.