

## **CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO PROVINDO DO POLIMENTO DO PORCELANATO SUBMETIDO AO PROCESSO DE HIDROCICLONAGEM**

A. L. A. Caetano, M. C. Barbosa Neto, E.B. Gr. Fulgêncio, D. A. Macedo, H. S.

Ferreira, R. P. S. Dutra

Universidade Federal da Paraíba, Campus I, Centro de Tecnologia,  
Departamento de Engenharia de Materiais, João Pessoa, PB CEP: 58051-900  
andre\_araujo\_jp@hotmail.com

### **RESUMO**

*O resíduo gerado no polimento do porcelanato tem causado grande preocupação social e ambiental, devido ao lançamento de seus efluentes sólidos em lugares não adequados. O presente trabalho tem o objetivo de caracterizar o resíduo provindo do polimento do porcelanato, com o intuito de reutilizá-lo na própria indústria cerâmica. Para isso, utilizou-se um hidrociclone laboratorial, equipamento utilizado na separação das partículas por tamanho. A utilização desse tipo de processo no tratamento de materiais naturais pode representar uma ferramenta bastante eficiente e de custo acessível para a purificação dessas, uma vez que permite que haja separação entre as frações. As diferentes amostras foram caracterizadas por difração de raios X, fluorescência de raios X, análise granulométrica e análise térmica. Os resultados indicam que o material resultante deste processo apresentou características diferentes do material que não foi hidrociclado, principalmente quanto à intensidade das fases mineralógicas e a distribuição de tamanho das partículas.*

Palavras-chave: resíduos, porcelanato, hidrociclonagem.

## ABSTRACT

The residue generated in porcelain tile polishing has caused great social and environmental worry, due to the release of its solid effluents in inadequate places. This study aims to characterize the residue came from porcelain tile polishing, in order to reuse it in own ceramic industry. For this, was used a laboratory hydrocyclone, equipment used for separation of particles by size. The use of this type of process in the treatment of natural materials can represent quite an efficient tool and cost affordable for the purification of these, since allows to there are separation between the fractions. The different samples were characterized by X-ray diffraction, X-ray fluorescence, particle size analysis and thermal analysis. The results indicate that the resulting material from this process showed different characteristics of the material that was not hydrocycloned, especially as the intensity of the mineralogical phases and the particle size distribution.

Keywords: residues, porcelain tile, hydrocycloning.

## INTRODUÇÃO

O tratamento e/ou redução de volume de resíduos produzidos apresenta limites técnico-operacionais e as alternativas de reciclagem ou reutilização são as estratégias mais adequadas no gerenciamento destes, existindo, inclusive, neste enfoque, uma busca de comercialização de resíduos, tendo como premissas: política de reduzir, reciclar, reutilizar; agregar valores ao resíduo; redução de custo de tratamento e disposição final; orientação quanto ao manejo adequado do resíduo; busca de melhoria contínua [1].

O porcelanato polido é o tipo de porcelanato mais produzido comercialmente, cujo seu processamento requer uma etapa de polimento durante sua produção a fim de nivelar, retirar riscos e defeitos e dar brilho a superfície do produto final. Diante disso, tal indústria gera uma elevada quantidade de resíduo durante o processo de polimento dos produtos, gerando custos aos produtores do setor, que necessitam gerenciar e descartar adequadamente esse resíduo [2].

Esse resíduo pode ser definido como uma mistura de material cerâmico, resultante do polimento e material abrasivo desprendido durante o processo, em forma de lama, que após seco, moído e peneirado resulta em um pó de coloração branca. Sua composição química é basicamente constituída pela massa do próprio porcelanato e resíduos gerados pelos discos abrasivos de polimento [3].

O material abrasivo utilizado durante o polimento é geralmente composto por partículas de diamante ou carbeto de silício aglomerados por cimentos à base de cloretos magnesianos. O que evidencia que o resíduo é constituído basicamente por material cerâmico, entretanto ele é descartado diretamente em aterros, apesar do seu potencial como matéria-prima cerâmica alternativa [4,5].

Pesquisas estão sendo realizadas, utilizando resíduos industriais para aplicação em massas cerâmicas e o hidrociclone tem sido uma das formas de beneficiamento desses resíduos, possibilitando a retirada de impurezas por meio da separação entre frações grosseiras, relativas aos minerais acessórios, e frações finas, relativas aos argilominerais, logo estes resíduos podem ser

incorporados em cerâmicas de revestimentos sem alterações significativas dos parâmetros de processamento [6].

Os hidrociclones apresentam, principalmente, as seguintes vantagens: capacidade elevada em relação ao seu volume e área ocupada, construção simples; baixos custos de instalação, operação e manutenção e pequeno espaço de instalação. Em contrapartida, a principal desvantagem do uso de hidrociclone é a quebra de partículas devido às tensões cisalhantes desenvolvidas no interior do equipamento [7].

Estes equipamentos são destinados à separação de suspensões sólido – sólido, líquido – líquido e gás – líquido [8]. Consistem de uma parte cônica ligada a uma parte cilíndrica, na qual existe uma entrada tangencial para a suspensão de alimentação. O fluxo de entrada é dividido em duas correntes: uma superior, que leva ao *overflow* do classificador e transporta as partículas mais leves e uma inferior, que leva ao *underflow* do classificador, transportando as partículas mais pesadas [9,10].

Neste trabalho pretende-se viabilizar um estudo das características do resíduo, advindo do beneficiamento do polimento do porcelanato submetido ao processo de hidrociclonagem em comparação com o mesmo resíduo sem passar pelo processo de hidrociclonagem. As diferentes amostras foram caracterizadas por difração de raios X, fluorescência de raios X, análise granulométrica e análise térmica.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### MATERIAIS

Utilizou-se o resíduo do polimento do porcelanato fornecido pela indústria cerâmica de grande expressão, por sua elevada produção, localizada no município do conde – Paraíba, Brasil.

### MÉTODOS

As amostras originais que não passaram pelo processo de hidrociclonagem, foram secas em estufa a 60 °C por 24 h. Em seguida, foram moídas em moinho de discos da marca Marconi, modelo MA 700. E, posteriormente, foram classificadas por peneiramento em granulometria inferior

a 74  $\mu\text{m}$ , correspondendo à peneira nº 200 da ABNT, para os futuros ensaios de caracterização, exceto análise granulométrica que utilizou-se malha 35 *mesh*. O material resultante do processo de hidrociclonagem apresentou tratamento análogo ao apresentado anteriormente, visando a realização dos ensaios de caracterização.

### 2.1 Ensaios de Caracterização:

As amostras coletadas foram caracterizadas física, química e mineralogicamente por meio das técnicas de difratometria de raios X (DRX), composição química por fluorescência de raios X (FRX), análise granulométrica por difração a laser e análise térmica (TG e DTA).

### 2.2 Preparação das Dispersões:

A preparação dos fluidos realizou-se com a adição de 10 L de água à 6 Kg de resíduo de granito seco, peneirada em malha 35 *mesh*, sendo agitadas por 3 horas a 1.200 rpm, utilizando um dispersor de 5 kW. Após os primeiros 5 minutos de agitação, as dispersões foram aditivadas com 50 mL de  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ .

### 2.3 Purificação por hidrociclonagem

O hidrociclone utilizado é o de modelo RWK 42L da Netzsch AKW. O corpo do hidrociclone apresenta diâmetro externo de 35 mm e interno de 20 mm. A dispersão para o processo de hidrociclonagem foi preparada a partir de 60% em concentração de sólidos. Para o diâmetro de vórtex e de ápex escolheu-se 5 mm e 4 mm, respectivamente.



material, já que as amostras apresentaram os mesmos constituintes com variações apenas nas quantidades dos mesmos.

Na Figura 1 são apresentados os difratogramas dos resíduos do polimento do porcelanato (sem tratamento e tratadas), obtidos por meio de difratometria de raios X.

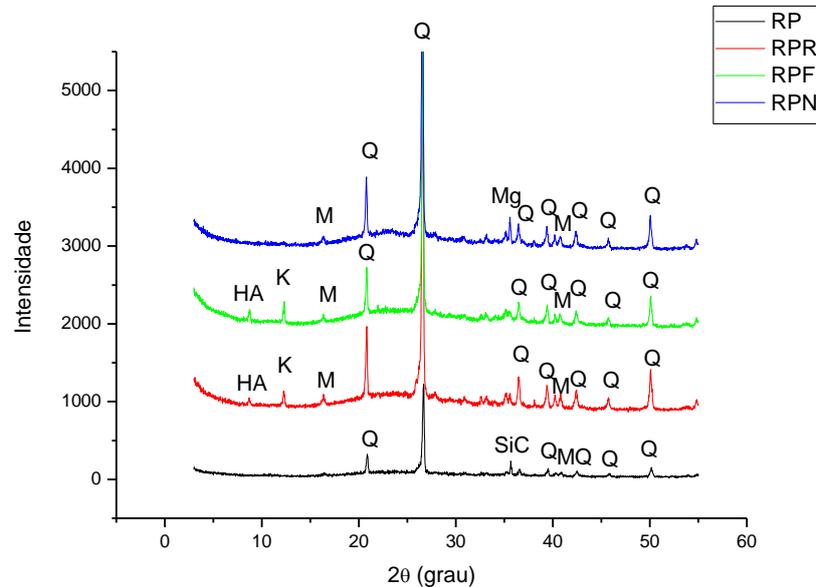


Figura 1. Difratograma de raios-X dos resíduos do polimento do porcelanato (sem tratamento e tratadas): M = Mulita, HA = Haloisita, Mg = Magnesioferrita, Q = Quartzo, K = Caulinita, SiC = Carbetto de silício.

Pode-se observar que os resíduos apresentaram como fases cristalinas, mulita, quartzo, carbetto de silício (SiC), Magnesioferrita ( $MgFe_2O_4$ ), caulinita e haloisita. É possível notar que o difratograma referente à fração fina e a fração rejeito (tratadas) apresentaram os argilominerais caulinita e haloisita, já a fração que não hidrociclonou (tratada) e o resíduo de porcelanato original (não tratada) não apresentaram argilominerais nos seus difratogramas. O quartzo, mulita e os argilominerais podem ser provenientes da peça de porcelanato desbatada, enquanto que presença do SiC e da periclase MgO no resíduo está relacionado ao abrasivo utilizado. Em todas as amostras os picos identificados apresentaram alto teor de quartzo, comparado com a alumina como já visto na análise química, indicando maior teor deste elemento na sua composição.

A Figura 2 mostra as curvas de análises térmicas gravimétricas (TG) e diferenciais (DTA) para os resíduos do polimento do porcelanato tratados e não tratados.

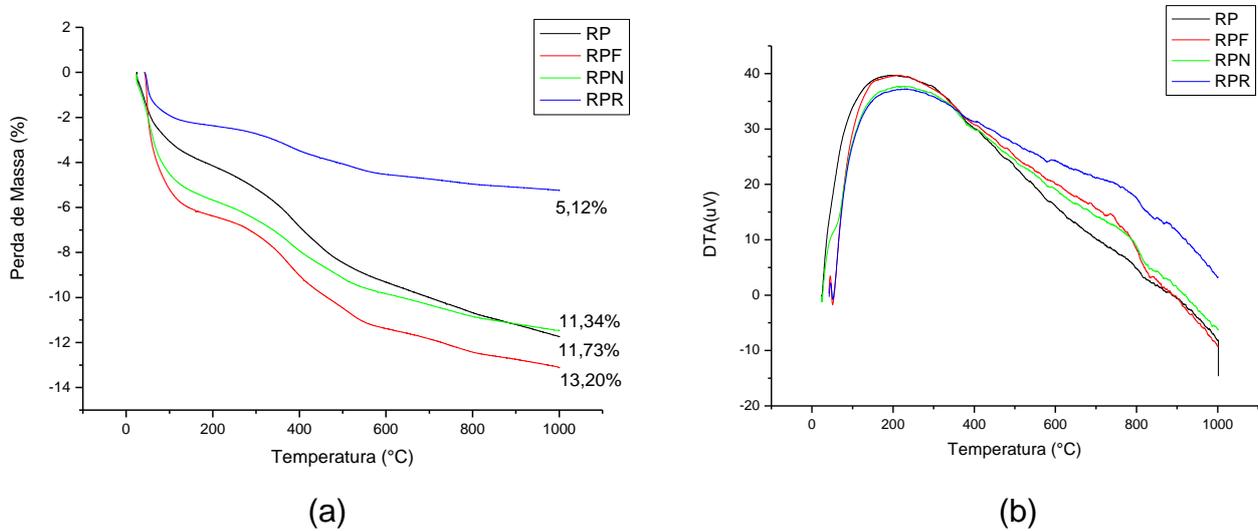


Figura 2. Análise térmica dos resíduos tratados e não tratados (a) Análise termogravimétrica; (b) Análise termodiferencial.

Avaliando a análise termogravimétrica das amostras identifica-se um comportamento térmico semelhante para todas as amostras em estudo. Nota-se que o resíduo de porcelanato rejeito (RPR) foi o que apresentou a menor perda de massa cerca de 5,12%. Observa-se na curva de TG, quatro etapas distintas de decomposição: i) no intervalo de temperatura até 138,28 °C ocorreu uma perda de massa referente à evaporação de água; ii) na temperatura de 138,28 °C até 402,62 °C há uma perda de matéria orgânica; iii) entre as temperaturas de 402,62 °C e 621,00 °C provavelmente relacionados à desidroxilação e iv) entre 621,00 °C e 1000 °C ocorre uma perda de massa correspondente aos óxidos de magnésio e de potássio. Resultados semelhantes foram encontrados por [11,12] SILVA, 2012 e NASCIMENTO, 2016.

Analisando as curvas de DTA dos resíduos do polimento do porcelanato verifica-se que os resíduos apresentam: uma banda endotérmica referente a perda de matéria orgânica, um pequeno pico endotérmico a aproximadamente a 580 °C relacionado a transformação do quartzo e uma banda de aproximadamente 620 a 850,00 °C possivelmente relacionada à decomposição do carbonato e liberação de dióxido de carbono.

A Figura 3 apresenta as curvas granulométricas dos resíduos do polimento do porcelanato tratados e não tratados.

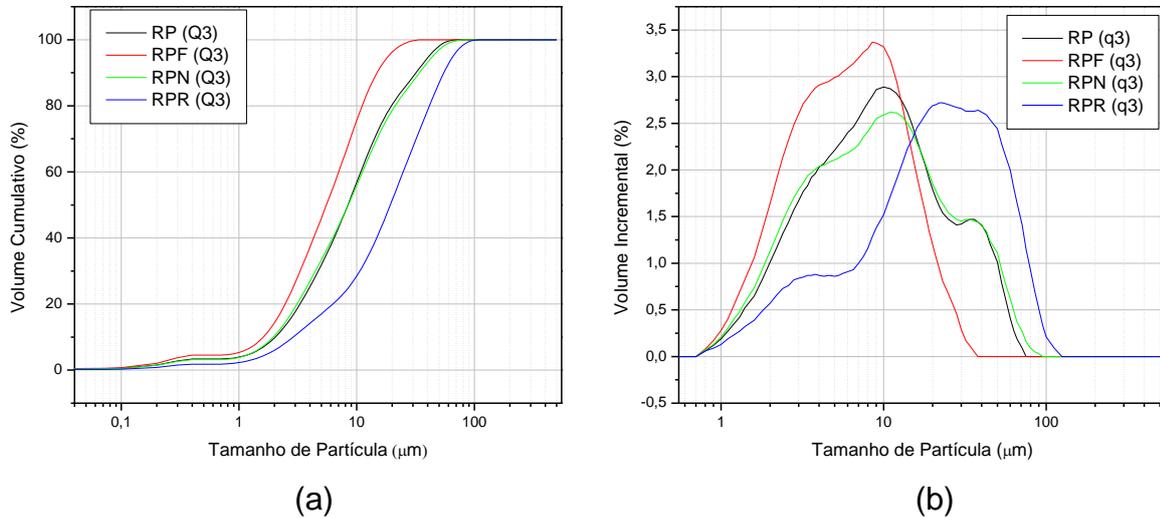


Figura 3. Curvas granulométricas dos resíduos tratados e não tratados. (a) Curva cumulativa dos resíduos; (b) Histograma dos resíduos.

Através da análise granulométrica das amostras observou-se que o resíduo de porcelanato original (sem tratamento), apresentou o diâmetro médio das partículas de 12,71 µm, apresentando 10% da massa acumulada com diâmetro médio equivalente abaixo de 2,03 µm, diâmetro a 50% de 8,52 µm e diâmetro a 90% de 31,89 µm.

Para o resíduo de porcelanato hidrociclado fração fina (tratado), observa-se que o diâmetro médio das partículas é de 7,10 µm apresentando 10% de massa acumulada com diâmetro médio equivalente abaixo de 1,61 µm, diâmetro a 50% de 5,52 µm e diâmetro a 90% de 14,87 µm.

Para o resíduo de porcelanato que não hidrociclou (tratado), observa-se que o diâmetro médio das partículas é de 13,39 µm apresentando 10% de massa acumulada com diâmetro médio equivalente abaixo de 1,95 µm, diâmetro a 50% de 8,47 µm e diâmetro a 90% de 34,05 µm.

Para o resíduo de porcelanato hidrociclado rejeito (tratado), observa-se que o diâmetro médio das partículas é de 24,72 µm apresentando 10% de massa acumulada com diâmetro médio equivalente abaixo de 2,88 µm, diâmetro a 50% de 19,28 µm e diâmetro a 90% de 54,95 µm.

Todos os resíduos apresentaram uma distribuição granulométrica monomodal. Observa-se que o RP e o RPF apresentaram os menores diâmetros médios e o RPN e RPR os maiores diâmetros médios. Isso ocorre devido o processo de hidrociclonagem, separando as frações grosseiras das frações mais finas. Observa-se uma faixa de distribuição de tamanho de partículas larga para o RPR em comparação com os outros resíduos e uma maior concentração de partículas grosseiras.

## CONCLUSÃO

Os resíduos apresentaram características semelhantes quanto às composições químicas, apresentando teores de sílica variando de 77,47% a 82,38%, presença de alumina variando de 3,66% a 6,10%, e de óxido de magnésio variando de 6,78% a 11,42% das frações tratadas e não tratadas. Quanto às fases mineralógicas apresentaram como fases cristalinas, mulita, quartzo, carbeto de silício (SiC), Magnesioferrita ( $MgFe_2O_4$ ), caulinita e haloisita. Em todas as amostras os picos identificados apresentaram alto teor de quartzo, comparado com a alumina como visto na análise química, indicando maior teor deste elemento na sua composição.

A TG do resíduo de porcelanato apresentou comportamento térmico semelhante para todas as amostras em estudo, apresentando uma perda de massa semelhante para os resíduos exceto para o RPR que apresentou uma menor perda de massa. A DTA do resíduo de porcelanato apresentou uma banda endotérmica referente a perda de matéria orgânica, um pequeno pico endotérmico relacionado a transformação do quartzo e uma banda possivelmente relacionada à decomposição do carbonato e liberação de dióxido de carbono.

A amostra classificada como fração fina, tratada por meio da hidrociclonagem, apresentou distribuição granulométrica inferior às outras amostras obtidas. Isso ocorreu devido o processo de hidrociclonagem, que separou as frações grosseiras das frações mais finas.

## REFERÊNCIAS

- [1] EVANGELISTA, N. Estudo da utilização dos resíduos industriais de lã cerâmica e lã de vidro em argamassas e concretos. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas, Ouro Preto, MG, 2011.
- [2] MARQUES, L. N., MENEZES, R. R., NEVES, G. A., SANTANA, L.N.L., LIRA, H. L., FERREIRA, H.C., (2007). Reaproveitamento do resíduo do polimento de porcelanato para utilização em massa cerâmica. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v.2.2 (2007) 34-42.
- [3] BECHER, S.B. Desenvolvimento de Argamassa para Restauração Utilizando Resíduo do Polimento do Porcelanato. Tese (Doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais). Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) – Natal. 2013.
- [4] BERNARDIN, A. M.; SILVA, M. J., CARVALHO; E. F. U. C.; RIELLA, H. G., Cerâmicas celulares obtidas a partir de resíduos de polimento; Cerâmica Industrial, v. 12, n. 1/2, p. 31-35, 2007.
- [5] ROSSO, J.; CUNHA, E. S.; ROJAS-RAMÍREZ, R. A., Características técnicas e polimento de porcelanatos, Cerâmica Industrial, v. 10, n. 4, p. 11-14, 2005.
- [6] MARTINS, A.B. Uso de um hidrociclone para purificação de esmectitas. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais), Centro de Ciências e Tecnologia. Universidade Federal de Campina Grande, 2009.
- [7] REGO, F.C.A. Estudo do Hidrociclone Cilíndrico de uma Unidade de Flotação Centrífuga com Auxílio de Fluidodinâmica Computacional. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.
- [8] SOCCOL, O.J.; RODRIGUES, L.N.; BOTREL, T.A.; ULLMANN, M.N., Evaluation of Hydrocyclone as Pre-filter in Irrigation System. Brazilian Archives of Biology and Technology. V.50, n. 2: p.193-199, March 2007.
- [9] BARBOSA, J.J. Sistema para Otimização de Hidrociclones a Análise Granulométrica utilizando Morfologia Matemática. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de João Pessoa - UFPB, João Pessoa/PB, 2008.

[10] CARRISSO, R.C.C.; CORREIRA, J. C. G. Classificação e peneiramento, capítulo 5, CETEM/MCT, Rio de Janeiro/RJ, 2004.

[11] SILVA, M. G. Avaliação da incorporação combinada dos resíduos de cascalho de perfuração de poço petrolífero e de polimento do porcelanato em cerâmica vermelha. 2012. 147p. Tese (doutorado). Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, UFRN, Natal.

[12] NASCIMENTO, M, V, L de A. Estudos de blocos intertravados de concreto para pavimentação com incorporação de resíduo do polimento do porcelanato. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Caruaru/PE, 2016.