

CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO PROVINDO DO BENEFICIAMENTO DO CAULIM SUBMETIDO AO PROCESSO DE HIDROCICLONAGEM

M. C. Barbosa Neto; A. S. Nunes; A. L. A. Caetano; V. C. Marques; 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
netobarbosa.2@gmail.com

RESUMO

Os hidrociclones são equipamentos comumente utilizados para separação de partículas por tamanho. O material resultante deste processo, normalmente, apresenta características diferentes do material que não foi submetido ao tratamento. Diante disso, foi realizado um estudo das características do resíduo procedente do beneficiamento de caulim submetido ao processo de hidrociclonagem em comparação com o mesmo resíduo sem passar pelo processo. As diferentes amostras foram caracterizadas por difração de raios X, fluorescência de raios X, análise granulométrica e análise térmica. Os resultados indicam que a hidrociclonagem não alterou a estrutura mineralógica e nem química do material. A análise granulométrica permitiu identificar que a fração fina, resultante do processo, apresentou granulometria inferior ao material de referência.

Palavras-chave: resíduo, caulim, hidrociclonagem.

INTRODUÇÃO

A indústria do caulim gera milhares de toneladas de resíduos sólidos por ano que, geralmente, são descartados no meio ambiente. Tal prática, constitui um alto risco ambiental, quando não são tomadas as devidas precauções por parte da indústria. Normalmente, esses resíduos são ricos em compostos inorgânicos como

óxidos de silício, alumínio, ferro, cálcio e sulfatos, que os habilitam a ser utilizados como matéria prima pelas indústrias cerâmica, de cimento, de gesso e para fabricação de insumos destinados à construção civil [1-3].

No processo de beneficiamento do caulim são gerados dois tipos de resíduos que são lançados em lagoas de sedimentação. O primeiro resíduo é constituído basicamente por quartzo, proveniente da etapa de separação da areia. O segundo é proveniente das etapas de centrifugação, separação magnética, branqueamento e filtragem originando um resíduo fino na forma de lama. Em razão da quantidade resultante ser significativa, superior a 20% da produção bruta, tal resíduo se configura como um problema para a indústria e para o meio ambiente. [4,5].

Nesse contexto, a reciclagem e reutilização de resíduos provenientes de diferentes processos industriais como novas matérias primas tem sido objetivo de muitas pesquisas [6-8]. A utilização de hidrociclonagem no tratamento de resíduos como o de caulim, pode representar uma ferramenta bastante eficiente e de custo acessível para a purificação desses, uma vez que permite que haja separação entre frações grosseiras e frações finas [12].

Este trabalho apresenta um estudo das características de um resíduo advindo do beneficiamento do caulim que foi submetido ao processo de hidrociclonagem, em comparação com o mesmo resíduo sem passar pelo tratamento. As diferentes amostras obtidas foram caracterizadas por difração de raios X, fluorescência de raios X e análise granulométrica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Utilizou-se, neste trabalho, o resíduo de caulim fornecido pela indústria MP Beneficiamento e Comércio de Caulim LTDA, localizada em Juazeirinho - Paraíba, Brasil. O resíduo utilizado resulta da etapa inicial do beneficiamento do caulim, considerado como “fração fina do resíduo”.

O resíduo de caulim não submetido ao processo de hidrociclonagem, foi seco em estufa a 60 °C por 24 h. Em seguida, moído em moinho de discos da marca Marconi, modelo MA 700 e classificado por peneiramento em granulometria inferior a 74 µm, correspondendo à peneira nº 200 da ABNT, para os futuros ensaios de caracterização, exceto análise granulométrica que utilizou-se malha 35 *mesh*. O

resíduo de caulim resultante do processo de hidrociclonagem apresentou tratamento análogo ao apresentado anteriormente, visando a realização dos ensaios de caracterização.

Antes da hidrociclonagem foi preparada uma suspensão com a adição de 10 L de água à 6 Kg de resíduo de caulim seco, peneirado 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 Na₂SiO₃ (silicato de sódio).

O hidrociclone utilizado foi 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 selecionou-se 5 mm e 4 mm, respectivamente.

As amostras resultantes do processo de hidrociclonagem, denominadas de R2CR (resíduo de caulim fração rejeito), R2CF (resíduo de caulim fração fina), R2CN (resíduo de caulim fração não hidrociclada) e a amostra que não foi tratada, denominada de R2C (resíduo de caulim natural/referência) foram caracterizadas por difratometria de raios X (DRX), composição química por fluorescência de raios X (FRX) e análise granulométrica por difração à laser.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentados os difratogramas das amostras advindas do resíduo de caulim, obtidos por meio de difratometria de raios X. Com base nos resultados obtidos na análise, verificou-se que este é constituído por caulinita como fase principal e mica moscovita e quartzo como fases minoritárias. A caulinita caracteriza-se como um excelente formador de estrutura em uma ampla faixa de temperaturas de queima e a mica moscovita pode atuar como fundente em temperaturas mais elevadas de sinterização. O quartzo pode promover uma diminuição da retração linear, já que durante a formação de fase vítrea se comporta como se fosse o esqueleto do material.

Em relação ao processo por hidrociclonagem, não houveram mudanças significativas nos difratogramas das diferentes amostras, indicando que o processo não modificou a composição mineralógica das frações.

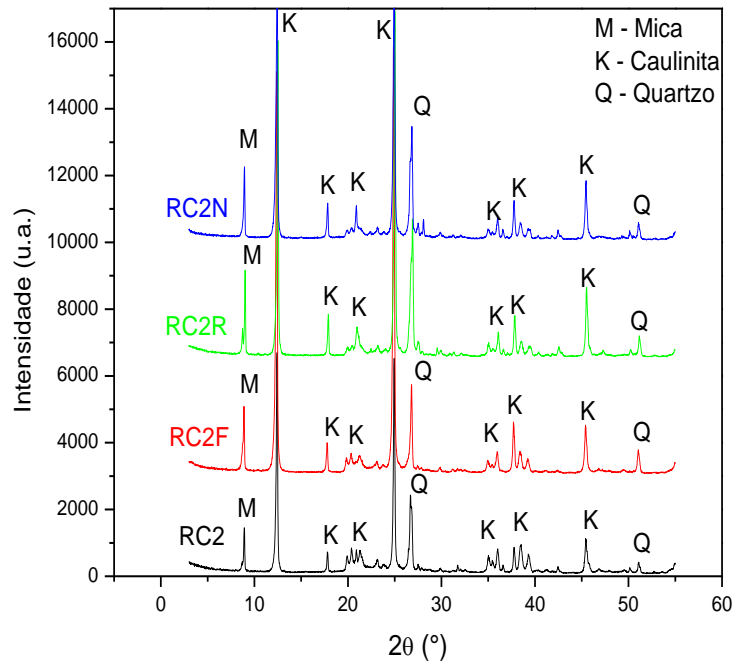


Figura 1 - Difratogramas das amostras utilizadas.

Os resultados da análise química, obtidos por FRX, são apresentados em percentagem mássica dos respectivos óxidos juntamente com o resultado de perda ao fogo, conforme apresentado na Tab. 1. Nota-se que a composição química do resíduo apresentou elevados teores de SiO_2 , variando entre 69,29% e 74,21%, sendo assim o principal constituinte junto ao Al_2O_3 . Identifica-se ainda o Fe_2O_3 , MgO , CaO , K_2O e Na_2O em menores proporções. Observa-se uma quantidade de fundentes superior no resíduo puro, especificamente a quantidade de K_2O apresentada. Além disso, observa-se uma maior fração de Si e Fe na amostra RC2N quando comparada à RC2, bem como uma diminuição na quantidade de Al. Os resultados apresentados indicam que o tratamento por hidrociclonagem não modificou a composição química do material, já que as amostras apresentaram os mesmos constituintes com variações apenas nas quantidades dos mesmos.

Tabela 1. Composição química dos resíduos utilizados

Amostra	Determinações (%)								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	Outros	PF*
RC2	69,29	10,01	1,14	0,89	0,49	1,82	0,36	1,90	14,1
RC2F	69,60	10,45	1,47	0,95	0,29	0,62	0,15	0,37	16,1
RC2R	75,40	9,39	2,79	0,72	0,45	0,43	0,13	0,18	10,5
RC2N	74,21	9,56	2,46	0,78	0,38	0,50	0,16	0,45	11,5

A Figura 2 apresenta as curvas TG (Termogravimétricas) e DTA (Análise Térmica Diferencial), para o material natural (RC2), o material submetido ao tratamento e classificado como rejeito (RC2R), o material submetido ao tratamento e classificado como fração fina (RC2F) e para o material que não passou pelo hidrociclone (RC2N). Identifica-se um comportamento térmico semelhante para todas as amostras em estudo, as quais apresentaram um pico por volta de 560°C, provavelmente relacionado a desidroxilação da Caulinita e outro em torno de 980°C, possivelmente associado a nucleação da mulita. Resultados semelhantes foram identificados por Menezes, R.R. *et al.*, em estudos com resíduo de caulim, identificando os referidos eventos térmicos em temperaturas de 580°C e 980°C, respectivamente.

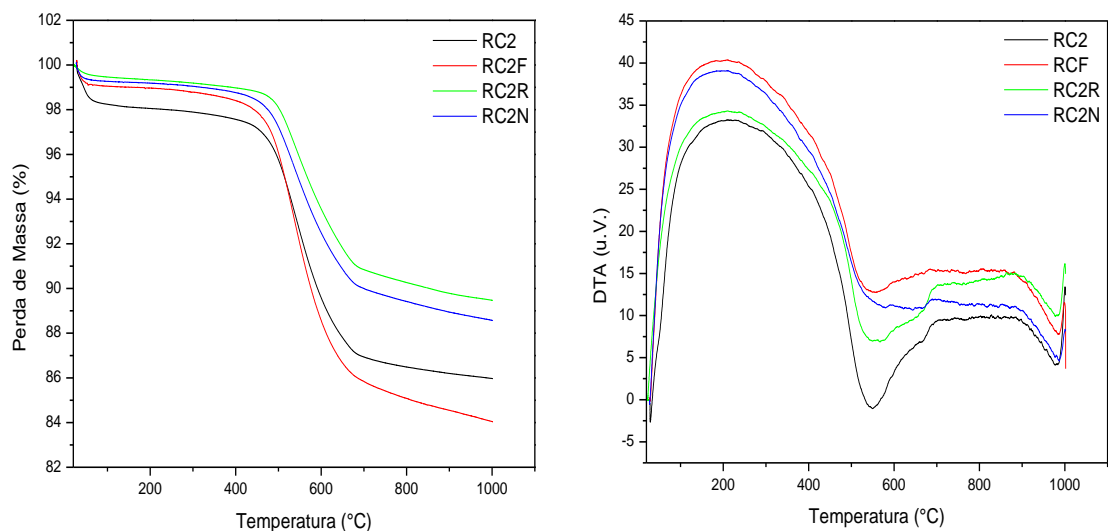


Figura 2 – Análise térmica das amostras tratadas e sem tratamento.

A Figura 3 apresenta as curvas granulométricas das amostras. Por meio dos resultados da análise granulométrica do resíduo de caulim sem tratamento (RC2), observa-se que o diâmetro médio das partículas é de 95,42 μm , apresentando 10% da massa acumulada com diâmetro médio equivalente abaixo de 5,92 μm , diâmetro a 50% de 73,07 μm e maior concentração de partículas entre 73,07 e 210,10 μm . Analisando o resíduo de caulim hidrociclado fração fina (RC2F), nota-se que o diâmetro médio das partículas é de 45,71 μm apresentando 10% de massa acumulada com diâmetro médio equivalente abaixo de 5,31 μm , diâmetro a 50% de 39,52 μm e maior concentração de partículas entre 39,52 e 94,80 μm . Para o resíduo de caulim hidrociclado rejeito (RC2R), observa-se que o diâmetro médio das partículas é de 147,95 μm apresentando 10% de massa acumulada com diâmetro médio equivalente abaixo de 31,13 μm , diâmetro a 50% de 110,97 μm e maior concentração de partículas entre 110,97 e 340,18 μm . Por fim, para o resíduo de caulim não hidrociclado (RC2N), observa-se que o diâmetro médio das partículas é de 173,09 μm apresentando 10% de massa acumulada com diâmetro médio equivalente abaixo de 29,27 μm , diâmetro a 50% de 135,45 μm e maior concentração de partículas entre 135,45 e 389,51 μm .

O processo de hidrociclagem influenciou significativamente a distribuição do tamanho de partículas do resíduo classificado como fração fina, diferenciando-o quando comparado às outras frações.

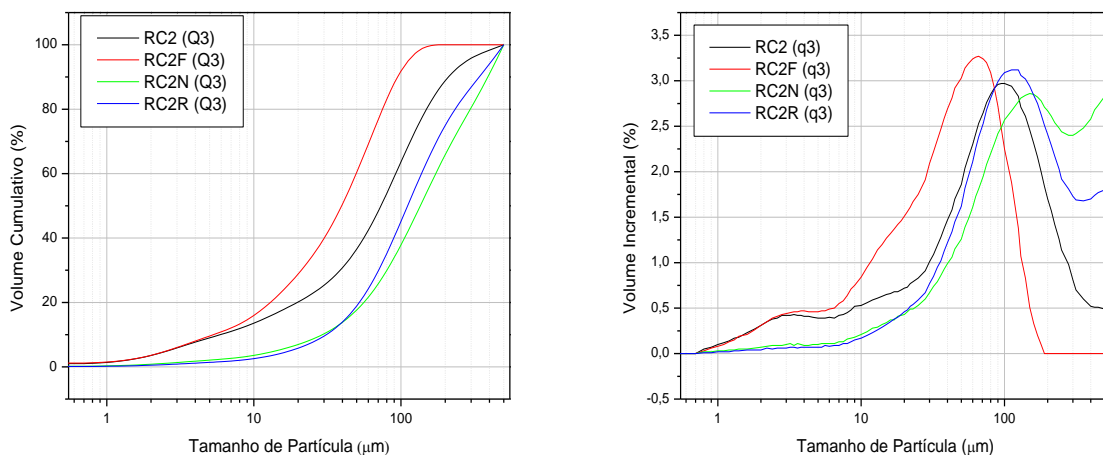


Figura 3 – Granulometria das amostras.

CONCLUSÃO

O resíduo de caulim estudado não apresentou modificações em sua composição química quando submetido ao processo de hidrociclonagem, apresentando como constituintes Mica, Quartzo e Caulinita em todas as amostras analisadas.

A amostra classificada como fração fina, tratada por meio da hidrociclonagem, apresentou distribuição granulométrica inferior às outras amostras obtidas. Diâmetro médio de 45 μm foi obtido para a referida amostra, enquanto diâmetros de 95,42; 147,95 e 173,09 μm foram apresentados pelo resíduo natural, rejeito e fração não hidrociclonada, respectivamente.

Com os resultados obtidos, espera-se que as propriedades tecnológicas dos materiais, produzidos a partir de amostras do resíduo hidrociclonado, sofram modificações quando comparadas ao material não submetido ao processo.

REFERÊNCIAS

- [1] BARATA, M.S. DAL MOLIN, D.C.C. Avaliação preliminar do resíduo caulínico das indústrias de beneficiamento de caulim como matéria prima na produção de uma metacaulinita altamente reativa – Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 69-78, jan/mar. 2002.
- [2] D. Lucas, C. T. Benatti. Utilização de resíduos industriais para a produção de artefatos cimentícios e argilosos empregados na construção civil. Revista em Agronegócios e Meio Ambiente, v. 1, n.3, p. 405-418, set./dez. 2008.
- [3] Rezende, M.L.S. et al. Gerência de resíduos de caulim: estudo da viabilidade para produção de blocos de concreto. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 2006, Bauru, SP. Anais. 2006, CD-ROM.
- [4] C. M. dos Anjos, G. A. Neves. Utilização do resíduo de caulim para a produção de blocos solo-cal. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v.6.2 (2011) 91-96. 2011.
- [6] CAMPOS, L. F. A. MENEZES, R.R., LISBOA, D., SANTANA, L.N.L., NEVES, G.A., Ferreira, H.C. Planejamento experimental no estudo da maximização do teor

de resíduos em blocos e revestimentos cerâmicos. *Revista Cerâmica* v.53, n. 328 (2007).

[7] Romualdo R. Menezes, Gelmires de A. Neves, Heber C. Ferreira. O estado da arte sobre o uso de resíduos como matérias primas cerâmicas alternativas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.6, n.2, p.303-313, 2002.

[8] Romualdo R. Menezes, Gelmires A. Neves, Jozilene Souza, Weyne A. Melo, Heber S. Ferreira, Heber C. Ferreira. Atividade pozolânica dos resíduos do beneficiamento do caulim para uso em argamassas para alvenaria. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v.13, n.6, p.795–801, 2009.

[9] MENEZES, R.R.; FARIAS, F.F.; OLIVEIRA, M.F.; SANTANA, L.N.L.; NEVES, G.A.; LIRA, H.L.; FERREIRA, H.C. Kaolin processing waste applied in the manufacturing of ceramic tiles and mullite bodies. *Waste Management & Research*, v. 27, p. 78-86, 2009.

[10] CHEN, C.Y., Lan, G.S. & TUAN, W.H. Microstructural evolution of mullite during the sintering of kaolin powder compacts. *Ceramics International*, v. 26, n. 7, p. 715–720, 2000.

[11] LOTFYA, A.; KARAHANB, O.; OZBAYC, E.; HOSSAIND, K. M.A.; LACHEMID, M. Effect of kaolin waste content on the properties of normal-weight concretes. *Construction and Building Materials*. V. 83, n. 15, P.102–107, 2015.

[12] LONGHI, M. A.; RODRÍGUEZ, E. D.; BERNAL, S. A.; PROVIS, J. L., KIRCHHEIM, A. P. Valorisation of a kaolin mining waste for the production of geopolymers. V. 115, n. 1, p. 265–272, 2016.

[13] PRASAD, M.S.; REID, K.J.; MURRAY, H.H. Kaolin: processing, properties and applications. *Applied Clay Science*. V. 6, n. 2, P. 87-119, 1991.

[14] MENEZES, R.R.; BRASILEIRO, M. I.; SANTANA, L.N.L.; NEVES, G.A.; LIRA, H.L.; FERREIRA, H.C. Utilization of kaolin processing waste for the production of porous ceramic bodies . *Waste Management & Research*, v. 26, p. 78-86, 2008.

WASTE CHARACTERIZATION EMANATED FROM KAOLIN SUBMITTED THE IMPROVEMENT TO PROCESS HYDROCYCLONING

ABSTRACT

The hydrocyclones are equipment commonly used for separation of particles by size. The resulting material of this process usually presents different characteristics of the material, which was not subjected to treatment. Therefore, a study of the waste characteristics derived from kaolin processing submitted to hydrocycloning process compared to the same residue without going through the process was executed. The different samples were characterized by X-ray diffraction, X-ray fluorescence, particle size analysis and thermal analysis. The results indicate that the hydrocycloning not modify the mineralogical structure nor chemical material. The particle size analysis identified that the fine fraction, resulting from the process, presented particle size lower than the reference material.

Keywords: residue, kaolin, hydrocycloning.