

RESÍDUO DE CAULIM - AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES QUÍMICA E MINERALÓGICAS

Rafael Vieira da Silva¹; Letícia Maria Macêdo de Azevedo²; Walter Rubens Ribeiro Feitosa Batista³; José Bezerra da Silva⁴; Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça⁵

^{1,2,3} Graduando em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil; Universidade Federal de Campina Grande - UFCG; Campina Grande-PB; engenhariacivilrv@gmail.com; leticia_azevedo@hotmail.com; walter_rubens1@hotmail.com

⁴ Professor, Doutorando, Departamento de Engenharia Civil; Universidade Federal de Campina Grande - UFCG; Campina Grande-PB; prbezerracg@gmail.com

⁵ Professora, Doutora, Departamento de Engenharia Civil; Universidade Federal de Campina Grande - UFCG; Campina Grande-PB; ana.duartemendonca@gmail.com

RESUMO: A indústria de beneficiamento de caulim produz resíduos que dependendo da sua composição e quantidade, podem implicar em sérios danos ao meio ambiente. Do ponto de vista ambiental, o beneficiamento do caulim pode causar sérios impactos ao meio ambiente, tanto pelas características físicas do resíduo como pela possível presença de substâncias químicas. Assim este trabalho tem como objetivo principal avaliar as propriedades químicas e mineralógicas do resíduo de caulim. Foram realizados ensaios de caracterização química e mineralógica, destacando-se a fluorescência de raios-X, difração de raios-X e a análise termodiferencial e termogravimétrica do resíduo, objetivando identificar sua composição química e as fases mineralógicas presentes. Observou-se que o resíduo apresenta propriedades químicas e mineralógicas semelhantes às matérias-primas convencionais.

PALAVRAS-CHAVE: materiais alternativos, propriedades, engenharia.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as indústrias de mineração e beneficiamento de caulim vêm sendo mencionadas como fontes de contágio e poluição e preocupando proprietários, ambientalistas e governantes em virtude da quantidade crescente de resíduos gerados e descartados sem nenhum processo de tratamento prévio para reduzir ou eliminar os constituintes presentes.

O meio ambiente tem sofrido progressivas agressões, em consequência da ação antrópica. Tal fato torna-se evidente nas minerações, que, embora de grande importância socioeconômica, interferem de forma acentuada nos recursos naturais (MEN DONÇA, 2012).

O grande desenvolvimento tecnológico do último século fez com que a produção de bens industrializados e o volume de recursos minerais explorados atingissem quantidades jamais vistas pela humanidade. Associado a essa grande expansão produtiva ocorreu à geração de uma enorme quantidade de resíduos urbanos e industriais, o que se tornou um dos maiores problemas para a

sustentabilidade do desenvolvimento humano. Os resíduos industriais produzidos são lançados em aterros sanitários, mas também, quando não há a adequada fiscalização por parte do estado, em terrenos baldios, córregos, ravinas, mangues, etc. O que se constitui uma grave fonte de contaminação e poluição, provocando impactos ambientais irreversíveis (R. R. MENEZES, 2007).

O caulim é uma das argilas industriais mais utilizadas mundialmente, em virtude de suas excelentes propriedades naturais, tais como: brancura, granulometria muito fina das partículas, pequena abrasão e grande inércia ou estabilidade química (Moura, 1981). A primeira aplicação industrial do caulim foi na fabricação de artigos cerâmicos, entretanto, atualmente, o caulim é utilizado nos mais diversos setores industriais, como o de papel, borracha, plásticos, pesticidas, rações, produtos alimentícios e farmacêuticos e fertilizantes (DNPM, 2001).

A extração e o beneficiamento do caulim produzem uma enorme quantidade de resíduos, estimada em torno de 80 a 90% do volume bruto explorado. Esses resíduos são, em geral, descartados indiscriminadamente em campo aberto, desprezando-se as exigências de utilização de aterros e provocando uma série de danos ao meio ambiente e à saúde da população residente nas regiões circunvizinhas aos “depósitos” de resíduos.

Segundo o CONAMA (2005), impacto ambiental pode ser definido como qualquer alteração nas características físicas, químicas e/ou naturais do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante de atividades humanas, que, direta ou indiretamente, afetem: a saúde, segurança e bemestar da população; as atividades sociais e econômicas; o conjunto de plantas e animais de uma determinada área; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos naturais. Assim, observa-se que o resíduo do processamento do caulim provoca uma série de impactos ambientais ao meio físico e biótico.

No Estado da Paraíba, há um agravante ao descarte indiscriminado dos resíduos de caulim, que é o seu acúmulo em torno das empresas de mineração há dezenas de anos, o que vem sendo alvo de severas fiscalizações e tem preocupado ambientalistas e pesquisadores, por não ser possível precisar os efeitos futuros das montanhas de resíduos na flora e fauna da região. O próprio montante de resíduos existente na região não é precisamente estimado, o que faz com que a imprecisão dobre e que os impactos futuros desses materiais se intensifiquem ainda mais. No Estado da Paraíba, há um agravante ao descarte indiscriminado dos resíduos de caulim, que é o seu acúmulo em torno das empresas de mineração há dezenas de anos, o que vem sendo alvo de severas fiscalizações e tem preocupado ambientalistas e pesquisadores, por não ser possível precisar os efeitos futuros das montanhas de resíduos na flora e fauna da região. O próprio montante de resíduos existente na

região não é precisamente estimado, o que faz com que a imprecisão dobre e que os impactos futuros desses materiais se intensifiquem ainda mais (REZENDE *et al.*, 2008).

No entanto, para que haja uma possível utilização racional do resíduo, na tentativa de minimizar os seus impactos ambientais, é necessário que seja feito um levantamento, tanto da quantidade de resíduos já existentes e gerados nos pólos de beneficiamento, quanto das características físicas e mineralógicas desses materiais. Com base em dados da quantidade disponível e das características do resíduo, é possível o seu direcionamento para o ciclo produtivo, a fim de utilizar parte do volume de resíduo a ser descartado e economizar matérias-primas não renováveis e energia, de modo a contribuir para o desenvolvimento sustentável.

RESÍDUOS DE CAULIM

De acordo com Ramalho (2005), o resíduo obtido quando do beneficiamento do caulim, é constituído essencialmente da fração não plástica da massa (quartzo e fundentes), geralmente possui, matéria orgânica, carbonatos e outras substâncias cujas granulometria geralmente são mais grosseiras quando comparadas ao restante da composição.

No processo de beneficiamento do caulim são gerados dois tipos de resíduos que são lançados no ecossistema. O primeiro resíduo é constituído basicamente por quartzo, proveniente da etapa de desareamento, cujo volume gerado é cerca de 8%. O segundo resíduo é procedente das etapas de centrifugação, separação magnética, branqueamento e filtragem, em razão da quantidade resultante ser significativa, em torno de 26% da produção bruta, é que se configura como um problema, apesar de não ser tóxico. Esse processo de beneficiamento fornece ao resíduo, de forma involuntária, qualidades excelentes o que permite a sua utilização como matéria-prima de primeira qualidade, já que separa o quartzo da caulinita.

Os resíduos do beneficiamento de caulim normalmente são lançados ao meio ambiente sem nenhum tratamento prévio para eliminação dos constituintes presentes, podendo causar sérios problemas dentro os quais, a paisagem natural e a saúde das pessoas.

A retirada da cobertura vegetal e o revolvimento do solo e do subsolo, necessários à atividade, causam distúrbios às camadas superficiais. Na mineração, a cobertura vegetal, que é a camada mais rica em matéria orgânica, é considerada como material estéril. Este material é acumulado em determinados locais, formando novas montanhas, que ficam expostas ao intemperismo (MENDONÇA, 2012).

2.MATERIAIS E METODOLOGIA

2.1 Materiais

Foi utilizado o resíduo do processamento de Caulim derivado da segunda etapa do beneficiamento de caulins primários, extraídos da planície pegmatítica da Borborema, que esta localizada no município de Juazeirinho-PB e foi cedido pela CAULISA indústria S/A.

2.2 Metodologia

Inicialmente foi feita a coleta e beneficiamento do resíduo. A caracterização foi efetuada com o material passante na peneira ABNT N° 200. Foram realizados ensaios para determinação da composição química, difração de raios-X e análise termodiferencial e termogravimétrica.

Fluorescência de raios-X – EDX

Este ensaio fornece dados fundamentais de grande utilidade industrial e científica, e consiste em submeter à amostra a uma fluorescência de raios X, onde foram identificados os componentes físico-químicos do material. O ensaio foi realizado em equipamento EDX 720 da Shimadzu.

Difração de raios-X - DRX

Esta técnica possibilita determinar a estrutura de sólidos cristalinos, conhecer o arranjo dos átomos em retículos cristalinos ou em um único cristal de uma determinada substância, baseado nos padrões de interferência de radiação X difratada por estes retículos, permitindo determinar os principais elementos que compõem o material (solo).

Este ensaio foi realizado em equipamento Shimadzu XDR-6000, utilizando radiação $Cu\alpha$, tensão de 40kV, corrente de 30mA, varredura de $2^\circ < 2\theta < 30^\circ$ e $\lambda 1,54^{\text{Å}}$.

Análise Termodiferencial e Termogravimétrica

As análises térmicas diferenciais (DTA) e termogravimétricas (TG) do resíduo de caulim foram realizadas a temperatura máxima de 1000°C, o padrão utilizado nos ensaios de DTA é o óxido de alumínio (Al_2O_3) calcinado operando a 12,5°C/min. A massa utilizada foi em torno de 4.0 ± 0.5 gramas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos para composição química do resíduo de caulim

Tabela 1: Composição química do resíduo de caulim.

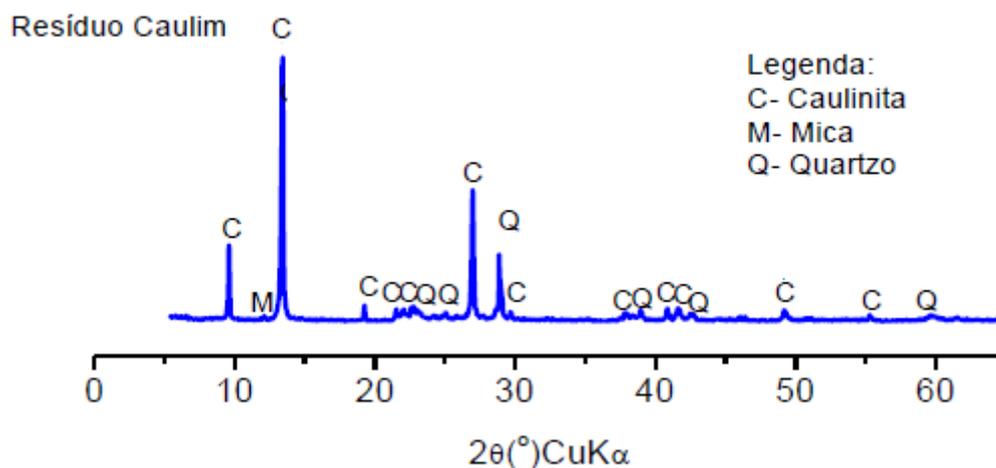
Material	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	TiO ₂	CaO	Na ₂ O	PF ^a
Resíduo de Caulim	52,68	33,57	0,93	5,72	0,12	-	0,08	6,75

PF^a Perda ao Fogo

De acordo com os resultados a Tabela 1, verifica-se que o resíduo de caulim apresenta uma composição basicamente de sílica (52%), Al₂O₃ (33%), teor de ferro inferior a 1% e óxido fundente (K₂O=5,7%).

A Figura 1 ilustra o difratograma de raios-X do resíduo de caulim.

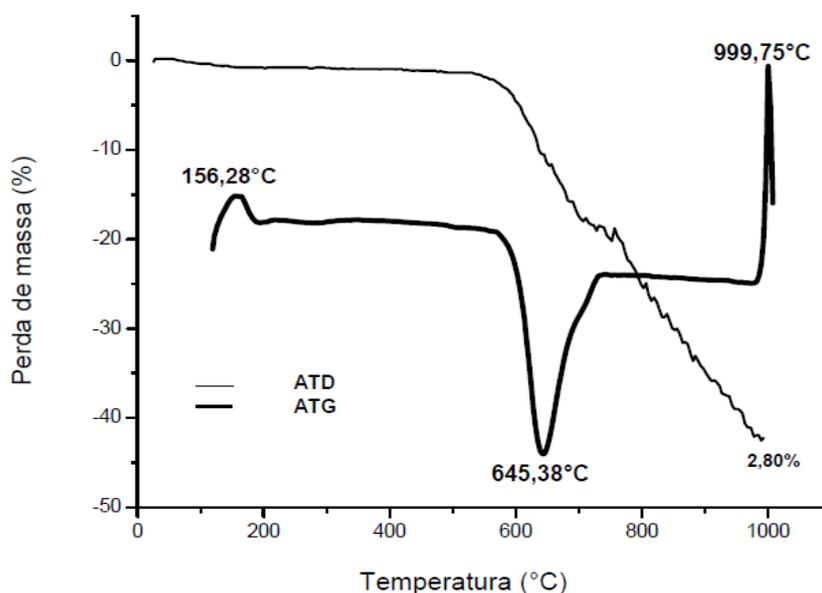
Figura 1: Difratograma de raios-X do resíduo de caulim.



De acordo com os resultados apresentados na Figura 1, verifica-se a presença de mica, caracterizada pela distância interplanar de $9,47\text{\AA}$; de caulinita caracterizada pela distância interplanar de $7,32\text{\AA}$; de quartzo (SiO_2), caracterizada pela distância interplanar de $3,34\text{\AA}$; e de mica moscovita, caracterizada pela distância interplanar $10,04\text{\AA}$.

A Figura 2 ilustra as curvas de análise termodiferencial e termogravimétrica do resíduo de caulim.

Figura 2: Curvas de análise termodiferencial e termogravimétrica do resíduo de caulim.



Analisando a curva termodiferencial do resíduo de caulim, verifica-se a presença de pico exotérmico a $156,28^\circ\text{C}$ referente da presença de água livre e adsorvida; pico endotérmico em $645,38^\circ\text{C}$ característico da presença de hidroxilas e pico exotérmico a $999,75^\circ\text{C}$ relativo à nucleação da mulita. Para o resíduo de caulim, verifica-se que no intervalo de temperatura de 0 a 645°C ocorreu uma perda de massa de 1,53% referente à água livre. Entre 645°C e 900°C a perda de massa foi de 1,23% correspondente à perda de hidroxilas do material.

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos verifica-se que o resíduo de caulim apresenta em sua composição majoritária óxidos de silício e de alumínio, nos teores de 52% e 33% respectivamente. Verificou-se que há presença das fases mineralógicas: mica, quartzo e caulinita e para análise termodiferencial e termogravimétrica a presença de picos que indicam a presença de água livre e adsorvida, a presença de hidroxilas e a nucleação da mulita.

5. REFERÊNCIAS

BRASILEIRO, M. I. *Obtenção de mulita a partir do resíduo de caulim*. Campina Grande. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Campina Grande, 2005. COMIG - *Companhia mineradora de Minas Gerais*. Apostila. 1994. 15p.

LUZ, A. B., CAMPOS, A. R., CARVALHO, E. A., BERTOLINO, L. C., 2005, “*Caulim - Usos e Especificações*”. In: LUZ A. B. e LINS F. F (eds) *Rochas e Minerais Industriais*, 1 ed., cap. 11, Rio de Janeiro, Brasil, Centro de Tecnologia Mineral.

MENDONÇA, A.M.G.D. *Expansão por Umidade (EPU) em peças cerâmicas obtidas com massas cerâmicas alternativas contendo resíduo de caulim e granito*. Tese (Doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais) Universidade Federal de Campina Grande , 168 fls., Campina Grande-PB, 2012.

RAMALHO, M.A.F.; ALMEIDA, R.R.; NEVES G. A. e SANTANA. L.N.L. *Caracterização de resíduos de Caulim e Granito para uso em massas cerâmicas- Parte I*,49º Congresso Brasileiro de Cerâmica, São Pedro-SP,2005.

R. R. MENEZES, M. F. OLIVEIRA, L. N. L. SANTANA, G. A. NEVES, H. C. FERREIRA. *Utilização do resíduo do beneficiamento do caulim para a produção de corpos múltiplos* .Cerâmica 53 (2007) 388-395.