

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE CINZA DE LENHA DE EUCALIPTO VISANDO SUA APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA CERÂMICA

B.C.A. Pinheiro¹; C.G. Vale²; N. Roberti³

^{1,2,3} Departamento de Design – UEMG – Avenida Olegário Maciel, 1427, 36500-000,
Ubá, MG.

¹ Departamento de Engenharia de Produção – FIC – Rua Romualdo Meneses, 701,
36770-000, Cataguases, MG.

Rua Vigorito Lamas da Silva, 86, Centro, 36788-000 Itamarati de Minas - MG

bruno.pinheiro@uemguba.edu.br

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo a caracterização físico-químico-ambiental da cinza proveniente da combustão de lenha predominantemente de eucalipto proveniente do município de Cataguases - MG, visando sua incorporação em produtos cerâmicos. A cinza foi caracterizada por meio de espectrometria de fluorescência de raios-X, espectrometria de absorção atômica, análise térmica diferencial e análise termogravimétrica e análise da morfologia das partículas. Os resultados obtidos mostraram que a cinza de lenha é constituída principalmente por CaO, MgO e K₂O apresentando larga distribuição de tamanho de partículas com maior percentual mássico (% Retido) dentro da fração correspondente a < 45 microns. Os resultados indicam também que a cinza é constituída por partículas com morfologia irregular de formato angular.

Palavras-chave: Caracterização, cinza, lenha.

INTRODUÇÃO

As atividades industriais geram uma grande quantidade de resíduos, principalmente, os resíduos sólidos. Essas atividades têm como objetivo principal a geração de riqueza utilizando os recursos naturais do planeta, não havendo

nenhuma preocupação com o destino final correto dos resíduos gerados nos processos de produção ⁽¹⁾. O gerenciamento e a redução de resíduos durante as etapas de um processo de produção deve ser prática constante nas indústrias ⁽²⁾. Isso é de grande importância, uma vez que os resíduos industriais vêm se tornando um dos maiores problemas que a sociedade atual enfrenta ⁽³⁾. Este problema está diretamente ligado aos riscos potenciais (periculosidade) que os resíduos, principalmente, os resíduos sólidos industriais podem causar ao meio ambiente e a saúde pública. Essa periculosidade é função das propriedades físicas e químicas ou infectocontagiosas que os resíduos podem apresentar ⁽¹⁾.

No município de Cataguases, situado na Zona da Mata Mineira, Estado de Minas Gerais, há diversas indústrias espalhadas pelo seu território. Destacam-se indústrias de importantes setores, como: tecelagem, celulose e papel, mineração, elétrico e metal-mecânica. Em particular, o combustível mais utilizado em caldeiras para a geração de vapor pelo setor de celulose e papel, no município de Cataguases, é a lenha proveniente do eucalipto ⁽⁴⁾. Com o uso da lenha, tem-se a geração de cinzas, as quais constituem um tipo de resíduo, contendo inclusive metais, que pode causar poluição do ar e ser responsável por graves problemas respiratórios na população atingida. Uma das alternativas tecnológicas para reduzir o impacto ambiental causado pelas cinzas seria a incorporação em produtos cerâmicos argilosos. Durante a etapa de sinterização pode ocorrer a eliminação de metais potencialmente tóxicos por volatilização, mudanças químicas e estabilização na fase vítrea formada. Além disso, o setor cerâmico vem sendo mundialmente utilizado para incorporar resíduos industriais ⁽⁵⁾.

O presente trabalho tem como objetivo principal realizar a caracterização física e química de uma amostra representativa de cinza proveniente da combustão de lenha predominantemente de eucalipto visando seu aproveitamento como matéria-prima na indústria cerâmica.

MATERIAIS E MÉTODOS

O resíduo estudado é uma cinza proveniente da combustão de lenha de eucalipto, o qual foi fornecido por uma indústria de papel localizada na cidade de Cataguases - MG. A amostra do resíduo bruto apresentada na forma de pó foi submetida as seguintes caracterizações: caracterização física e caracterização química.

Para a caracterização química determinou-se a composição química da cinza através de espectrometria de fluorescência de raios-X e espectrometria de absorção atômica. A caracterização física foi determinada a partir da distribuição granulométrica e da análise da morfologia das partículas. Também foram realizados experimentos de análise térmica diferencial (ATD) e análise termogravimétrica (ATG). Para estes experimentos foi utilizado um analisador térmico simultâneo, marca Netzsch, modelo STA 409EP, sob atmosfera de ar da temperatura ambiente até 1200°C, com taxa de aquecimento de 10°C /min.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra o comportamento térmico (ATD/ATG) da cinza estudada.

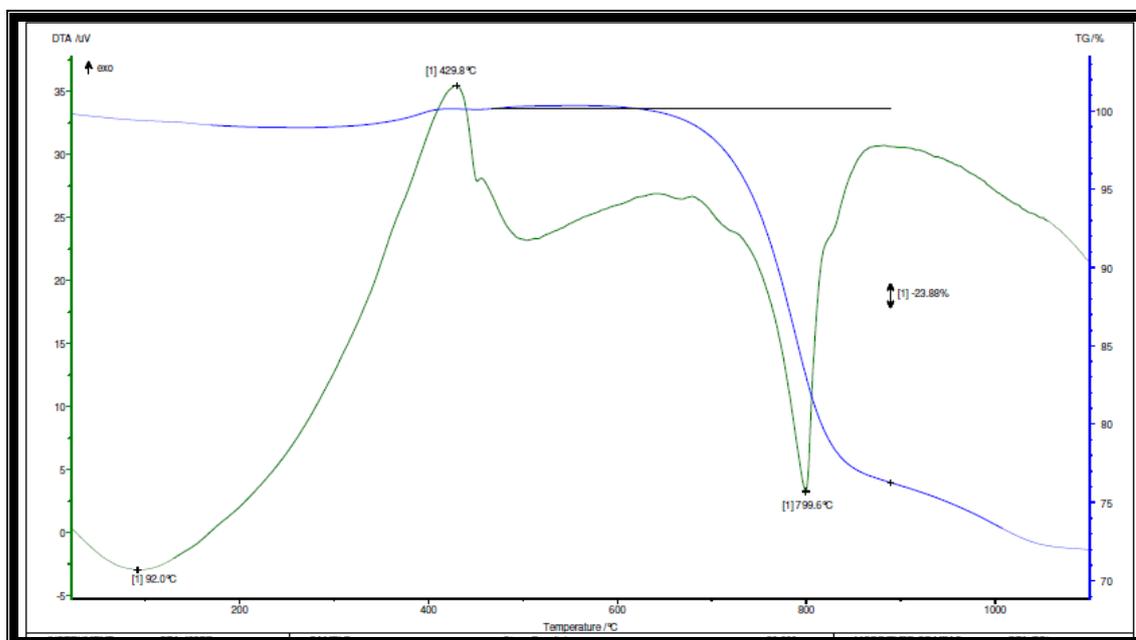


Figura 1: Curva ATD/ATG da cinza de eucalipto estudada.

Pode ser observado que existem cinco eventos térmicos. Estes eventos térmicos são representados por quatro vales endotérmicos e um pico exotérmico. Os eventos endotérmicos ocorrem nas temperaturas de 92 °C, 450 °C, 500 °C e 799,6 °C. O evento exotérmico ocorre na temperatura de 429,8 °C.

O primeiro vale endotérmico com máximo em 92, °C corresponde à remoção de água fisicamente adsorvida na superfície das partículas da cinza. O segundo vale endotérmico que ocorre em aproximadamente 450 °C pode estar associado à transformação de quartzo- α para quartzo- β . O terceiro vale endotérmico que ocorre

entre 470 °C e 530 °C com máximo na temperatura de aproximadamente 500 °C pode estar relacionado com a decomposição de argilominerais, com a decomposição de sulfato de magnésio ($MgSO_4 \cdot nH_2O$) e hidróxido de cálcio. O quarto vale endotérmico que se encontra entre 730 °C e 890 °C com máximo na temperatura de 799,6 °C pode estar ser devido a decomposição de carbonato de cálcio.

Em relação à curva termogravimétrica (ATG) (Figura 1 – curva azul), pode ser visto que os eventos endotérmicos são acompanhados por um intenso processo de transferência de massa. A amostra da cinza investigada apresenta uma perda de massa total de aproximadamente 23,88 %. Essa perda de massa começa na temperatura de aproximadamente 470 °C e vai até a temperatura de 890 °C. Ela, provavelmente, está associada à decomposição dos argilominerais, do sulfato de magnésio, do hidróxido de cálcio e do carbonato de cálcio.

A Tabela 1 apresenta a composição química da amostra de cinza investigada neste trabalho.

Tabela 1: Composição química do resíduo de ETA estudado.

Composição	(% em peso)
SiO ₂	4,80
Al ₂ O ₃	2,50
Fe ₂ O ₃	1,00
TiO ₂	0,10
MnO	1,19
K ₂ O	7,74
MgO	8,44
P ₂ O ₅	4,50
CaO	40,67
Na ₂ O	2,46
SrO	0,26
Perda Fogo	26,28

Pode-se observar que a cinza é constituída por elevada quantidade de CaO, o qual corresponde a 40,68%. A quantidade elevada de CaO pode estar relacionada a presença de carbonato e hidróxido de cálcio. Pode-se observar também quantidades significativas de MgO e K₂O, os quais correspondem a 16,20%. O MgO pode estar associado à presença de sulfato de magnésio. Além disso, pode-se ver também

quantidades razoáveis de SiO_2 e P_2O_5 (9,30%), pequenas quantidades de Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , e Na_2O , os quais correspondem a 7,16%. O teor de sílica pode ser devido, principalmente, ao quartzo presente na cinza. O teor de alumina pode estar associado aos argilominerais também presentes na cinza. Pode ser verificado que a cinza apresenta uma elevada porcentagem de perda ao fogo (26,28%). Essa elevada porcentagem de perda ao fogo pode ser devido a decomposição de argilominerais, carbonato, sulfato e hidróxido presentes na cinza. Nota-se uma relação próxima entre os valores de perda ao fogo e a perda de massa total (26,28 % e 23,88 %, respectivamente). A pequena diferença nos valores encontrados pode estar relacionada com a distorção da umidade livre que fica adsorvida na superfície das partículas da cinza. Pois, a curva ATG foi obtida a partir da temperatura ambiente e, a perda ao fogo é sempre determinada com a amostra seca em 110°C.

Um ponto que deve ser observado na composição química da cinza investigada é com relação ao elevado teor de óxidos fundentes $\text{K}_2\text{O}+\text{MgO}+\text{Na}_2\text{O}$, os quais correspondem a 18,64%. Isso é de grande importância tecnológica, pois mostra que a cinza investigada no presente trabalho quando incorporada a materiais cerâmicos pode atuar como um fundente potencial contribuindo para melhorar as propriedades tecnológicas após sinterização através da formação de fase líquida viscosa e redução da porosidade.

A distribuição granulométrica da cinza de lenha de eucalipto é mostrada na Tabela 2 abaixo.

Tabela 2 - Determinação da Distribuição Granulométrica da cinza estudada.

Diâmetro de Partícula (μm)	Massa Acumulada (%)
>2000	0,1
1000 – 2000	0,2
500 – 1000	0,5
250 – 500	2,7
125 – 250	8,6
63 – 125	12,4
45 – 63	2,4
< 45	73,2

Verifica-se que a cinza investigada apresenta uma larga distribuição de tamanho de partículas. A cinza apresenta maior percentual mássico (% Retido)

dentro da fração correspondente a $< 45 \mu\text{m}$. Pode ser observado também que a cinza apresenta baixa concentração de partículas com tamanhos superiores a $250 \mu\text{m}$.

A Figura 2 (a – d) mostra os aspectos morfológicos da cinza investigada. As Figuras 2a e 2b mostram o resíduo como recebido. A Figura 2c mostra a fração granulométrica fina e a Figura 2d mostra a fração grosseira. A partir dessas figuras pode ser observado que o resíduo apresenta uma larga distribuição de tamanho partículas sendo constituído por uma alta quantidade de partículas muito finas corroborando com os resultados de distribuição granulométrica. Além disso, pode ser observado que o resíduo apresenta partículas com morfologia irregular de formato angular.

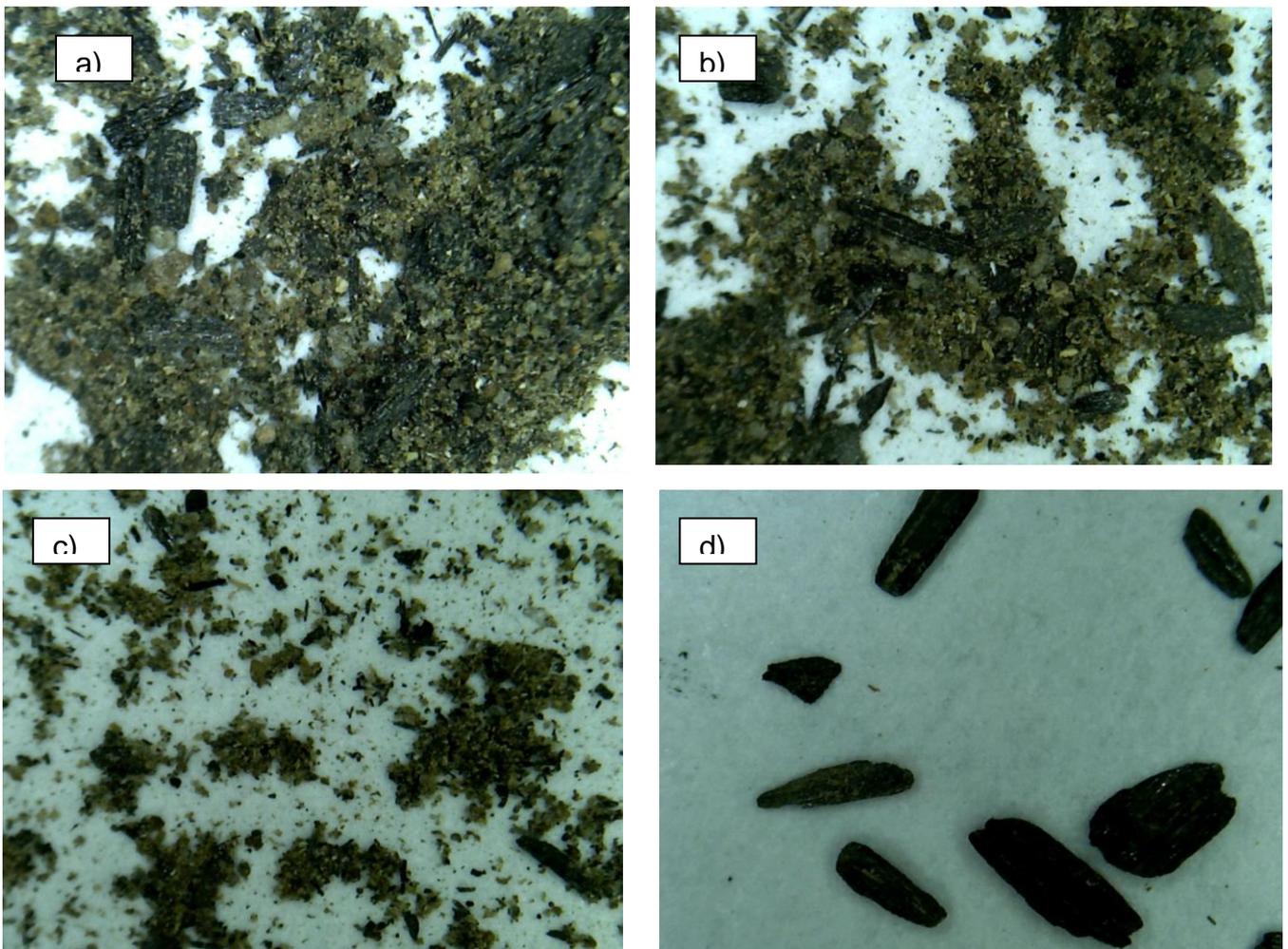


Figura 2: Partículas da cinza estudada.

CONCLUSÕES

A cinza gerada pela combustão de lenha predominantemente de eucalipto proveniente do município de Cataguases, Estado de Minas Gerais, apresentou-se como um material constituído essencialmente por CaO, MgO e K₂O e com larga distribuição de tamanho de partículas, tendo maior percentual mássico situado na faixa granulométrica inferior < 45 µm. Além disso, as partículas componentes da cinza apresentam morfologia irregular com formato angular. Estes resultados são de grande importância, pois indicam que a cinza estudada potencial para ser usada como matéria-prima na fabricação de produtos cerâmicos para a construção civil, principalmente, por apresentar importantes óxidos que compõem as matérias-primas cerâmicas.

REFERÊNCIAS

1. MANHÃES, J. P. V. T; HOLANDA, J. N. F. Caracterização e classificação de resíduo sólido “pó de rocha granítica” gerado na indústria de rochas ornamentais. *Química Nova*, v.31, n.6, p.1301-1304, 2008.
2. NASCIMENTO, T. C. F; MOTHÉ, C. G. Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais. *Revista Analytica*. n.27, p.36-48, fevereiro/março, 2007.
3. MENEZES, R. R, NEVES, G. A, FERREIRA, H. C. 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.
4. PINHEIRO, B. C. A, SOUZA, S. F., PÊGO, K. A. C. Caracterização de cinza de lenha para aproveitamento cerâmica. In: I Congresso Fluminense de Engenharia, Tecnologia e Meio Ambiente – UFF. Anais do I Congresso Fluminense de Engenharia, Tecnologia e Meio Ambiente – UFF, Niterói, Rio de Janeiro, 21 a 25 de Outubro, v. I, p. 1 – 8. 2013.
5. BORLINI, M. C., SALES, H. F., VIEIRA, C. M. F., CONTE, R. A., PINATTI, D. G., MONTEIRO, S.N. Cinza de Lenha para Aplicação em Cerâmica Vermelha. Parte I: características da cinza. *Revista Cerâmica*, 513, p 192-196, 2005.

PHYSICA AND CHEMICAL CHARACTERIZATION OF FIREWOOD ASH FOR CERAMIC USE

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the ash generated from burning firewood aiming at its incorporation into ceramic products. The ash was submitted to X-ray fluorescence, atomic absorption spectrometry, particle size distribution, differential thermal and thermogravimetry and morphology. The results showed that the ash of the firewood is constituted mainly by CaO, MgO and K₂O with a large particle size distribution and high mass percentage in to < 45 µm. The results also indicate that the ash by particles with irregular morphology

Keywords: characterization, ash, firewood.