

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA CINZA DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR COMO MATÉRIA PRIMA NA SÍNTESE ALCALINA

Ithyara Dheylle Machado de Medeiros (1); Kerolayne Santos Leite (2); Jéssica Felipe do Nascimento (3); (4) João Victor Furtado Frazão de Medeiros; Kelly Cristiane Gomes (5)

- (1) *Universidade Federal da Paraíba*, ithyaramachado@gmail.com
(2) *Universidade Federal da Paraíba*, kerolayne15@hotmail.com
(3) *Universidade federal da Paraíba*, jessicafelipedonascimento@hotmail.com
(4) *Universidade Federal da Paraíba*, joao.medeiros@cear.ufpb.br
(5) *Universidade Federal da Paraíba*, gomes@cear.ufpb.br

Resumo: As pesquisas com materiais alcalinamente ativados têm ganhado destaque na área da produção de superfícies seletivas para coletores solares com temperatura de trabalho acima de 100°C pois, permitem o uso de sistemas renováveis e não poluentes, além de permitirem a utilização de diversas matérias primas precursoras, especificamente materiais residuais como a cinza do bagaço da cana-de-açúcar, o que possibilita agregar valor a esse tipo de resíduo abundante no Brasil. O presente estudo teve por objetivo realizar a caracterização microestrutural da cinza residual do bagaço de cana-de-açúcar avaliadas na pesquisa, assim como testar a resistência à compressão simples nos materiais alcalinamente ativados visando identificar se existe possibilidade do seu emprego na síntese da ativação alcalina de materiais. Para isso foram coletadas cinzas provenientes de uma indústria produtora do Estado da Paraíba, sendo utilizadas duas fontes do material precursor (obtidas do filtro do forno que são as cinzas leves e obtidas do fundo do forno que são as cinzas pesadas), após secagem a 100°C/1h as cinzas foram submetidas ao processo de moagem. Sequencialmente, tanto as cinzas naturais (CBC-L e CBC-P) quanto as moídas (CBC-L60 e CBC-P60) passaram por análises de transmissão na região do infravermelho (FTIR), Microscopia Óptica (MO) e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Uma vez realizadas as caracterizações microestruturais das cinzas, as mesmas foram submetidas à síntese alcalina. A resistência à compressão dos materiais alcalinamente ativados foi obtida pelo ensaio indicado na NBR 7215. Como conclusões da pesquisa tanto referentes à caracterização dos materiais precursores quanto do material ativado alcalinamente existe indicação da possibilidade da sua utilização na síntese da ativação alcalina de materiais.

Palavras-chave: síntese alcalina, resíduo industrial, resistência mecânica, propriedades microestruturais.

Introdução

O processo tecnológico atual e do passado, em sua maioria, apresenta como base a utilização de combustíveis não renováveis, cujo expoente mais elevado está representado pelos combustíveis fósseis. Na hipótese de uma continuidade de exploração das reservas de petróleo, a estimativa é que elas estariam completamente acabadas no prazo de cem anos. Este fato tem provocado o interesse das nações no sentido de estimular o estudo de novas formas de energia renovável pelo mundo (BEZERRA, 2001).

No entanto, a utilização da energia solar como fonte de energia empregada pelo homem não se apresenta como nenhum fato novo. A energia solar tem contribuído bastante para diminuir o consumo das fontes convencionais de energia, com destaque para as aplicações à baixa temperatura. Dessa forma, é no sentido de aumentar a temperatura de trabalho da conversão fototérmica que as pesquisas precisam focar. Atualmente existe um tipo de superfície absorvedora, utilizada em

coletores solares de placa plana, que atuam absorvendo radiação solar e não emitindo radiação térmica denominadas de superfície seletiva. Essas superfícies permitem a obtenção de temperaturas de trabalho acima de 100°C, pois diminuem as perdas por emissão térmica (FANTINI, 1980).

Para a produção desse tipo de superfície é necessário o emprego de matérias primas que apresentem propriedades mecânicas elevadas, que requeiram menores quantidades de energia no seu processo de fabricação, que não produzam uma quantidade significativa de poluentes e resíduos, ou seja, que tenham baixo impacto ambiental. Dessa forma, a obtenção de superfícies seletivas dependem tanto do material empregado quanto da técnica utilizada (PALOMO *et al.*, 1999; BARBOSA *et al.*, 2000).

As pesquisas com materiais alcalinamente ativados têm ganhado destaque nessa área pois, permitem o uso de sistemas renováveis e não poluentes como o aquecimento por energia solar, além de permitir a utilização de diversas matérias primas precursoras, especificamente materiais residuais como a cinza do bagaço da cana-de-açúcar (CBC), o que permite agregar valor a esse tipo de resíduo abundante no Brasil (MAPA, 2011).

Os estados da Paraíba, Pernambuco e Alagoas são as principais regiões produtoras de cana-de-açúcar do Nordeste. Segundo Conab (2017) a safra 2017/2018 irá alcançar patamares de produção de 21% superior à safra de 2016/17, isso de acordo com o rendimento estimado pelo estudo de Cordeiro *et al.* (2010) significa que estão disponíveis, anualmente, só no estado da Paraíba, 147,5 mil toneladas de cinza, que usualmente são descartadas em aterros sanitários.

Diante do exposto, esta pesquisa irá contribuir para a consolidação nacional na produção de filmes seletivos obtidos por materiais que passaram pelo processo de ativação alcalina, a partir de um resíduo abundante no país, com destaque para o emprego de materiais residuais da própria região Nordeste.

O presente estudo teve por objetivo realizar a caracterização microestrutural da cinza residual do bagaço de cana-de-açúcar avaliadas na pesquisa, assim como testar a resistência à compressão simples nos materiais alcalinamente ativados, visando identificar se existe possibilidade do seu emprego na síntese da ativação alcalina de materiais.

Metodologia

A cinza residual do bagaço da cana-de-açúcar foi selecionada a partir de uma indústria produtora do Estado da Paraíba, sendo utilizadas duas fontes do material precursor (obtidas do filtro do forno que são as cinzas leves e obtidas do fundo do forno que são as cinzas pesadas), com o

objetivo de avaliar a influência da composição química do material precursor. Esse material foi transportado para o laboratório e armazenado em sacos plásticos vedados após serem secos em estufa a 100°C/1h. Desta forma, foram utilizadas nesta pesquisa duas amostras de cinzas do bagaço da cana de açúcar que seguiram a seguinte nomenclatura:

CBC-L – Cinza do bagaço de cana de açúcar obtida do filtro do forno ou Cinza Leve Natural;

CBC-L60 – Cinza do bagaço de cana de açúcar obtida do filtro do forno ou Cinza Leve Moída;

CBC-P – Cinza do bagaço de cana de açúcar obtida do fundo do forno ou Cinza Pesada Natural;

CBC-P60 – Cinza do bagaço de cana de açúcar obtida do fundo do forno ou Cinza Pesada Moída.

As cinzas leves e pesadas foram moídas em Moinho tipo triturador centrífugo com jarras de porcelana e bolas de alumina, modelo CT – 242, potência 0,5 CV e frequência 50/60 Hz de fabricação da Servitech. No processo de moagem dos materiais precursores foi utilizado um tempo de 60 minutos. Foram utilizadas duas jarras de porcelana com volumes de 500 ml e 300 ml e bolas de alumina de diversos diâmetros. As quantidades dos materiais moídos foram mantidas constantes em cada jarra, sendo definidas dividindo a massa das bolas utilizadas na jarra por três (relação massa:bola de 1:3). O processo de moagem foi utilizado com o objetivo de avaliar o efeito da finura nas propriedades microestruturais da cinza e do material sintetizado.

Tanto as cinzas naturais (CBC-L e CBC-P) quanto as moídas (CBC-L60 e CBC-P60) foram submetidas as análises de transmissão na região do infravermelho (FTIR), as quais foram realizadas em um espectrofotômetro de infravermelho da Prestige da Shimadzu. As amostras foram maceradas e passadas na peneira, ABNT 200, sendo posteriormente misturadas com brometo de potássio (KBr) na concentração de 1% e prensadas para a obtenção das pastilhas. As análises foram realizadas no intervalo espectral de 4000 a 400 cm^{-1} , com resolução de 4 cm^{-1} , com número de varreduras de 32 à temperatura ambiente.

Após a análise por FTIR, os materiais foram caracterizados por Microscopia Óptica (MO) em Microscópio Óptico Zeiss e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) em Microscópio Eletrônico Quanta 450 com Câmara Ambiental da FEI, equipado com detectores para elétrons secundários, elétrons retroespalhados, EDS e modo ambiental. As amostras foram dispersadas em álcool isopropílico e fixadas em fita de carbono sendo metalizadas com ouro.

Uma vez realizadas as caracterizações microestruturais das cinzas, as mesmas foram submetidas à síntese alcalina, onde o material precursor foi dissolvido na solução alcalina (silicato de sódio) e realizou-se o processo de mistura manual por 10 minutos. A mistura manual foi empregada com o objetivo de avaliar a viabilidade da síntese de materiais resistentes que possam ser utilizados na produção de filmes absorvedores a serem utilizados em coletores solares. As matrizes foram submetidas à temperatura de cura de 55°C por 7 dias, sendo moldados 5 corpos de prova.

A resistência à compressão dos materiais alcalinamente ativados foi obtida pelo ensaio indicado na NBR 7215. Os testes realizados nesta pesquisa foram conduzidos em um equipamento de ensaios universais, servocontrolado assistido por computador, da Shimadzu modelo AGX-10kN. Foram utilizadas amostras cilíndricas de dimensões 2,5 x 5 cm (diâmetro x altura), num total de 6 amostras para cada tipo de material sintetizado.

O fluxograma de atividade do presente estudo pode ser melhor compreendido pela visualização do esquema da Figura 1, a seguir.

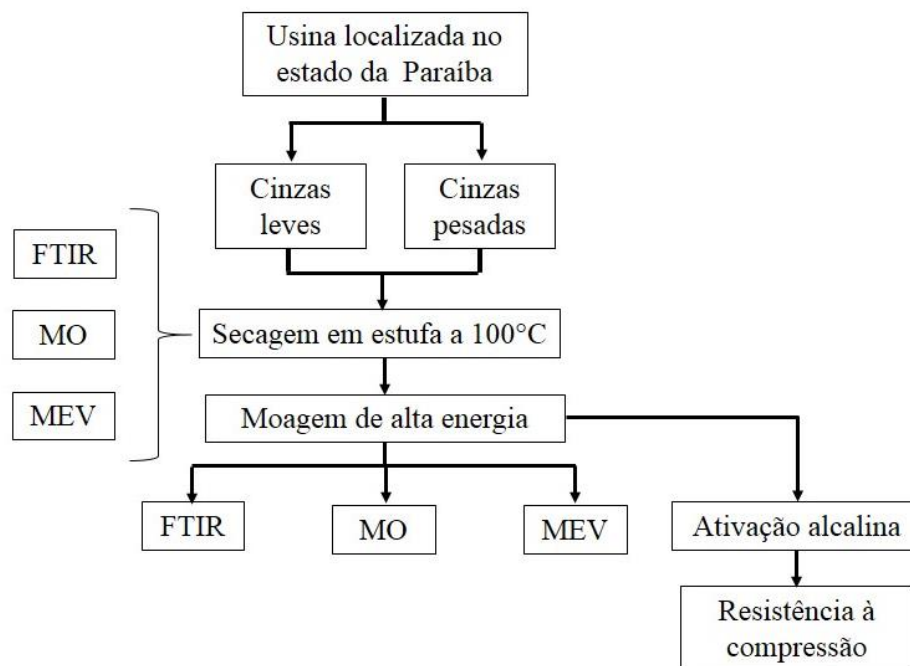


Figura 1. Fluxograma de atividades do presente estudo.

Assim, o presente estudo teve por objetivo caracterizar microestruturalmente as cinzas naturais e moídas, leves e pesadas, provenientes de uma usina do estado da Paraíba, e verificar a viabilidade da síntese de materiais resistentes que possam ser utilizados na produção de filmes absorvedores a serem utilizados em coletores solares.

Resultados e discussão

Espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR)

A Figura 2 apresenta o espectro de infravermelho das cinzas na região entre 400 cm^{-1} e 1200 cm^{-1} .

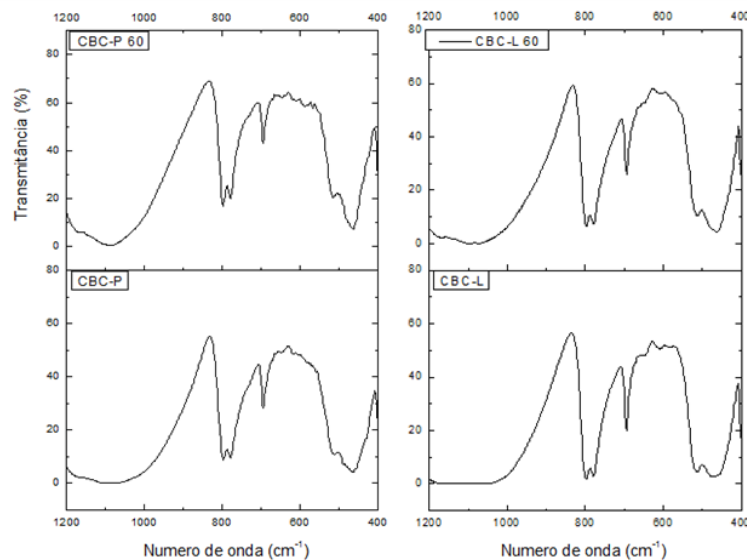


Figura 2. Espectro de Infravermelho da CBC-P. (superior): após moagem; (inferior): antes da moagem e da CBC-L. (superior): após moagem; (inferior): antes da moagem.

A banda mais larga em cerca de 1000 cm^{-1} parece indicar a presença de sílica amorfa em todas as amostras, antes e após a moagem. O duplete de cerca de 800 cm^{-1} e o pico estreito a 690 cm^{-1} pode ser atribuída como o estiramento simétrico da banda de Si-O-Si e 460 cm^{-1} a banda do O-Si-O (quartzo). A presença sutil de ambos os picos a 875 cm^{-1} e 855 cm^{-1} são evidência de carbonatos de cálcio na amostra (CO-23), bem como de alumínio octaédrico, que pode ser atribuído ao fato de que alguma argila caulinitica presente quando a cana-de-açúcar foi coletada no campo.

Microscopia óptica (MO) e microscopia eletrônica de varredura (MEV)

A Figura 3 apresenta as micrografias ópticas do efeito da moagem sobre os diversos tipos de cinzas (a) e apresenta a micrografia da amostra de cinza submetida ao tratamento de moagem por 60 minutos (b).

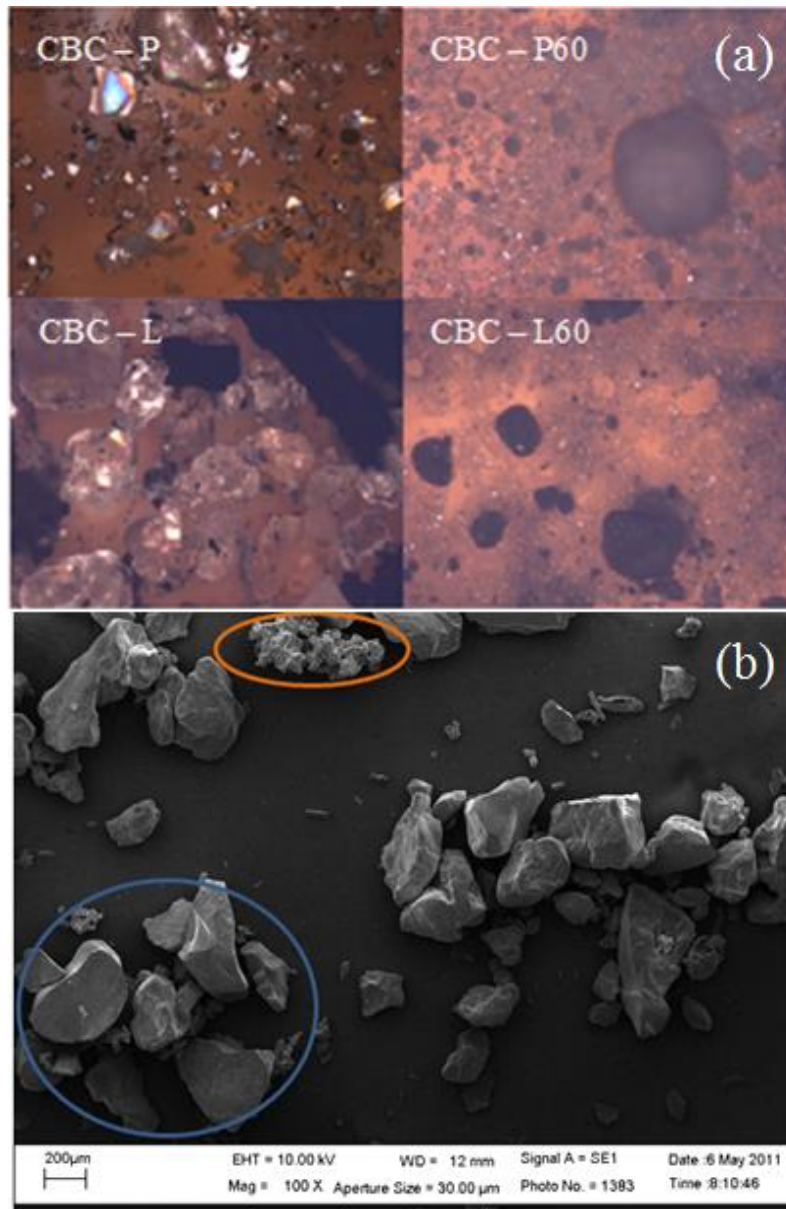


Figura 3. (a) Microscopia Óptica (50X) da CBC-P e CBC-L com e sem moagem e (b) Micrografia Eletrônica de baixa magnificação de Elétrons Secundários da CBC-P após moagem.

Como pode ser observado pela Figura 2 as cinzas CBC-P apresentam mais partículas de quartzo com tamanhos de grãos grandes e esféricos, o que é consistente com o maior aumento na finura ao longo do tempo. As cinzas CBC-L também mostrou ocorrência significativa de quartzo, mas as partículas eram menores e mais angulares. Considerando que a redução do tamanho das partículas foi mais evidente no primeiro caso devido à sua natureza frágil, o tempo de moagem afetou o último por aglomeração de partículas mais finas em forma esférica, em ambos os tipos de cinzas e mais intensamente no CBC-L.

Como ainda pode ser observado pela Figura 2 os grãos de quartzo foram fraturados por processo de moagem como confirmado pela ocorrência de grãos fraturados e formas mais angulares introduzidos para os grãos esféricos. É possível encontrar alguns aglomerados de cinzas constituídas de chapa de forma mais irregular e uma agulha como características. Pode-se observar ainda que a morfologia das cinzas do bagaço de cana-de-açúcar apresentam uma presença significativa de partículas de quartzo (círculo azul) na matéria-prima. Esta observação é devido ao fato de as partículas de areia não terem sido completamente removidas durante a lavagem da cana-de-açúcar quando as mesmas foram recolhidas no canal. O processo de moagem foi eficiente (como pode ser observado pelo círculo laranja em destaque), uma vez que reduz significativamente o tamanho das partículas, principalmente das cinzas. A presença de partículas maiores é originada do quartzo que se manteve mesmo após a moagem.

Resistência à compressão simples

O Gráfico 1 apresenta os resultados de Resistência a Compressão Simples obtida para as amostras de cinzas antes e depois de submetida ao tratamento de moagem por 60 minutos.

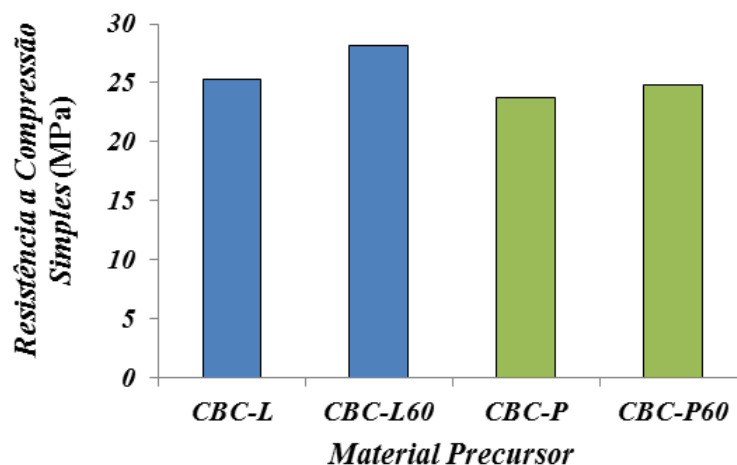


Gráfico 1. Resistência a Compressão Simples.

Como pode ser observado pelo Gráfico 1 os geopolímeros sintetizados obtiveram resultados de Resistência a Compressão Simples em torno de 24 a 28 MPa. Pode-se observar ainda que não houve diferenças significativas entre os tipos de materiais precursores (CLB-L e CLB-P). Contudo, observa-se que o aumento na finura influenciou no incremento das propriedades mecânicas de resistência das amostras, em especial naquelas oriundas das cinzas leves.

Conclusões

Como conclusões da pesquisa tanto referentes à caracterização dos materiais precursores quanto do material ativado alcalinamente existe indicação da possibilidade da sua utilização na síntese da ativação alcalina de materiais, haja vista que todos os materiais ativados alcalinamente com silicato de sódio apresentaram resistências à compressão simples superiores a 23 MPa; o processo de moagem por 60 minutos em moinho do tipo triturador centrifugo acarretou um leve incremento nos materiais sintetizados e o processo de moagem foi mais de ordem morfológica do que estrutural: redução de partículas de formas fraturadas e mais angulares das maiores partículas de quartzo e as cinzas foram reduzidos a mais fina aglomerações de forma esférica.

Referências

BARBOSA, V.F.F.; MACKENZIE, K.J.D.; THAUMATURGO, C. Synthesis and characterisation of materials based on inorganic polymers of alumina and silica: sodium polysialate polymers. **International Journal of Inorganic Materials**, v. 2, p.309-317, 2000.

BEZERRA, A. M. **Aplicações térmicas da energia solar**. João Pessoa: Editora Universitária, 2001.

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**. v. 4 – safra 2017/18. Abril 2017. Disponível em: <https://www.novacana.com/pdf/18042017090451_Conab_-_1_Levantamento_2017-18_180417.pdf>. Acesso em: 11 de out. 2017.

CORDEIRO, C.G., TOLEDO FILHO, R.D., FAIRBAIRN, E.M.R. Ultrafine sugar cane bagasse ash: high potential pozzolana material for tropical countries. **Revista Ibracom de Estruturas e Materiais**, v.3, n.1, p. 50-67, 2010.

FANTINI, M. C. A. **Superfícies seletivas de cobalto para a conversão fototérmica da energia solar**. Dissertação (Mestrado em Física) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1980.

MAPA. **Evolução da produtividade e da produção de cana de açúcar no Brasil por safra**. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Secretaria de produção e agroenergia. Departamento da cana de açúcar e agroenergia, 2011.

PALOMO, A.; GRUTZECK, M.W.; BLANCO, M.T. Alkali-activated fly ashes: A cement for the future. **Cement and Concrete Research**, v. 29, p. 1323-1329, 1999.