



POTENCIAL DE APLICAÇÃO DA CINZA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR COMO MATERIAL PRECURSOR NA OBTENÇÃO DE FILMES ABSORVEDORES SOLARES

K.C. Gomes¹, I.D.M. Medeiros², J.F. Silva Neto¹, E. de Lima³

¹Universidade Federal da Paraíba, Unidade Acadêmica de Engenharia de Energias Renováveis – gomes@cear.ufpb.br; josefelix@cear.ufpb.br

²Universidade Federal da Paraíba, Programa de Pós-Graduação em Energias Renováveis – ithyara.medeiros@cear.ufpb.br

³Universidade Federal de Alagoas, Unidade Acadêmica de Física – emerson.lima@arapiraca.ufal.br

RESUMO

A disponibilidade dos recursos fósseis diminui com o passar dos anos, constituindo uma problemática que precisa ser devidamente tratada. Nesse contexto, torna-se necessária a exploração de fontes alternativas e renováveis de energia, com destaque para o aproveitamento da energia solar incidente no planeta. Em função disso, este trabalho buscou analisar a viabilidade da aplicação da cinza do bagaço de cana-de-açúcar como material precursor para obtenção de um polímero inorgânico nano estruturado que servirá de filme absorvedor para aplicação em coletores solares de média e alta temperatura. Por meio de processos mecânicos de separação granulométrica da cinza e caracterização físico-química da mesma, foi possível comprovar que a composição química e mineralógica da matéria prima é favorável para aplicação na síntese alcalina e que as cinzas com menor granulometria obtiveram os melhores resultados das propriedades ópticas, que favorecem sua aplicação para obtenção de filmes a serem aplicados para superfície seletiva.

Palavras-chave: cinza, cana-de-açúcar, seletividade, energia.

1. INTRODUÇÃO

Embora sejam muito grandes as reservas de petróleo, gás e carvão em todo mundo, a disponibilidade desses recursos fósseis diminui com o passar dos anos [VILLALVA; GAZOLI, 2012], constituindo uma problemática que precisa ser devidamente tratada. Além da preocupação com o esgotamento das reservas de energias não renováveis, veio à tona desde o final da década de 90 com a assinatura do Protocolo de Kyoto, a discussão sobre a redução da emissão de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera. Para os próximos 50-100 anos é necessária uma redução de aproximadamente 50% na emissão de

gases que provocam o efeito estufa [SELVAKUMAR; BARSHILIA, 2012]. Neste contexto, torna-se necessária a exploração de fontes alternativas e renováveis de energia, com destaque para o aproveitamento da energia solar incidente em nosso planeta.

Dessa forma, a energia solar apresenta-se como uma alternativa interessante, cabendo ao homem encontrar a melhor maneira de aproveitar essa forma de energia e aplicá-la em suas necessidades. A conversão solar térmica é a forma mais simples e direta de aproveitamento da energia solar e consiste no aproveitamento do calor transmitido pela radiação solar. Atualmente, esse tipo de energia tem sido



utilizado no aquecimento de água para utilização doméstica e na geração de vapor para utilização industrial. Em ambas as aplicações, utilizam-se trocadores de calor especiais chamados de coletores solares para promover o aquecimento do fluido pretendido. No entanto, estes coletores apresentam limitações quando se pretende aquecer fluidos a uma temperatura entre 100°C e 400°C (coletores de média temperatura) ou acima de 400°C (coletores de alta temperatura). Estas limitações vêm do fato de que, quando aquecidos, os materiais aumentam a sua emissividade térmica, provocando uma perda de calor indesejável no processo de captação da energia solar.

As superfícies seletivas foram as alternativas encontradas para reduzir as perdas por emissão térmica [GOMES, 2001]. Essas superfícies atuam absorvendo seletivamente radiação solar com comprimentos de onda interessantes à conversão solar térmica e não absorvendo na faixa do espectro solar que provoca o fenômeno da emissão térmica.

Este trabalho buscou analisar a viabilidade da cinza do bagaço da cana-de-açúcar como material precursor para a obtenção de filmes absorvedores solares, devido sua seletividade intrínseca.

Logo, um fator motivacional estratégico e importante de extrema relevância, neste projeto, é o desenvolvimento de pesquisas com a utilização de resíduos agroindustriais da região nordeste para o desenvolvimento de polímeros inorgânicos com propriedades especiais (alta resistência mecânica, alta resistência ao intemperismo, aderência a substratos metálicos em elevadas temperaturas em torno de 1000°C) [GOMES, 2008; DAVIDOVITS, 1979 E 1994; PALOMO et al., 1999].

Além destes fatores, a necessidade do uso de fontes renováveis de energia, notadamente da energia solar, face à

redução na disponibilidade dos recursos fósseis, vinculada a existência de muitas limitações no processo de conversão solar térmica, ligadas principalmente aos materiais envolvidos nesse processo.

2. METODOLOGIA

2.1. Peneiramento

A cinza *in natura* foi submetida a mecanismo de peneiramento que consistiu em um processo mecânico cujo objetivo era separar as partículas de acordo com o tamanho das mesmas [MILHOMEM, 2013]. A delimitação da granulometria da cinza peneirada é em função do valor da malha da peneira. O tamanho de abertura das peneiras progrediu de 75 µm a 20 µm. A figura 1 ilustra a separação granulométrica obtida, assim como o material de origem do peneiramento (cinza *in natura*).

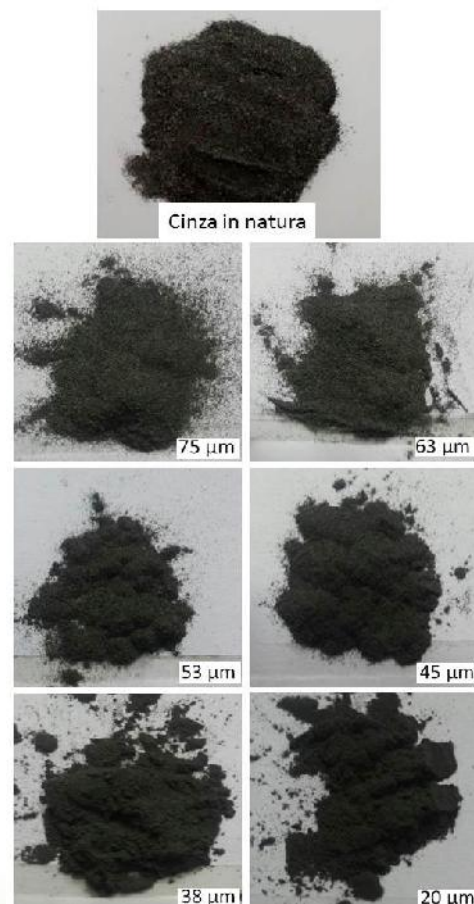


Figura 1: Cinza *in natura* e cinzas peneiradas



2.2. Técnicas utilizadas na caracterização da cinza

A cinza peneirada foi submetida a quatro tipos de caracterização (mineralógica, química, microestrutural e óptica). A figura 2 expõe quais os tipos de caracterizações que foram realizadas e suas respectivas técnicas.

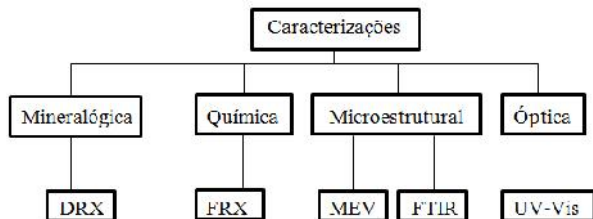


Figura 2: Técnicas de caracterização utilizadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Espectroscopia UV-Vis

A figura 3 apresenta o espectro de reflectância das amostras de cinzas em função da sua granulometria.

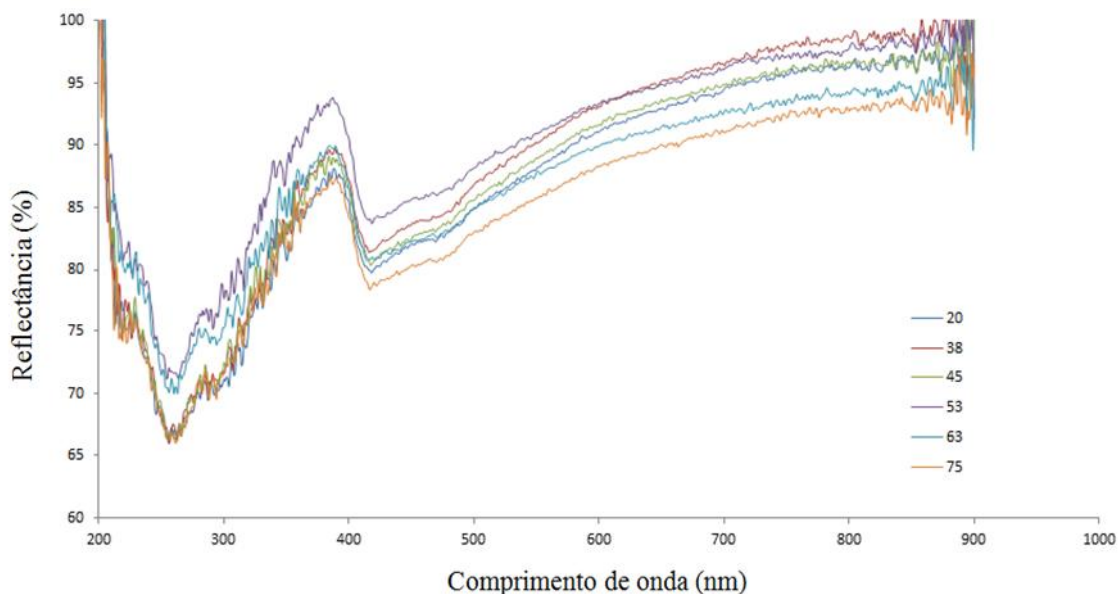


Figura 3: Espectro de reflectância.

Como pode ser observado pela figura 3 a porcentagem da radiação incidente, sob a amostra, que foi refletida, em uma faixa de comprimento de onda entre 0,2 μm e 1 μm , compreende a

região final do ultravioleta, todo o visível e parte do infravermelho próximo.

Por meio do espectro pode-se observar que as cinzas peneiradas com tamanhos máximos de grãos de 53 μm e 63 μm apresentaram uma reflectância acima de 70%, logo os melhores resultados foram obtidos para as cinzas com 20 μm , 38 μm , 45 μm e 75 μm , visto o objetivo da pesquisa ser a busca da aplicação da cinza do bagaço da cana-de-açúcar como material precursor para superfícies seletivas, e as mesmas requererem baixa reflexão nessa faixa de comprimento de onda.

O trabalho visa obter filmes finos, de forma que a utilização da cinza com granulometria de 75 μm não seria propícia, assim o mais adequado em termos de produção de filmes finos é o uso de 20 μm e 38 μm . Por este motivo, os resultados apresentados, a seguir serão os das análises realizadas sobre as cinzas de 20 μm e 38 μm , embora as técnicas também tenham sido aplicadas as demais granulometrias.

3.2. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

A figura 4 apresenta os resultados de transmitância para o FTIR na região do



infravermelho próximo (FTIR-NIR – a) e infravermelho médio (FTIR-MIR – b).

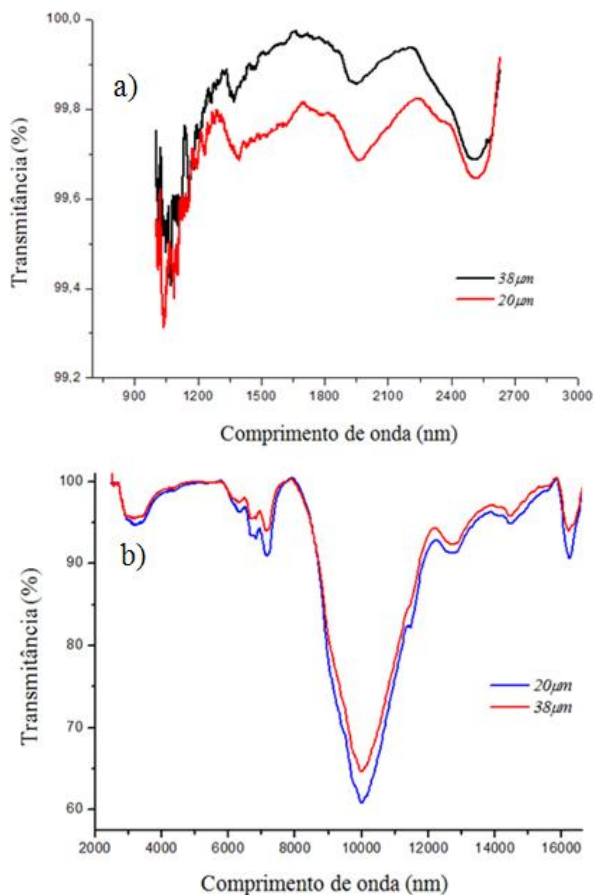


Figura 4: Espectro do FTIR-NIR (a) e do FTIR-MIR (b).

Como pode ser observado pela figura 4 (a e b), as amostras apresentam maior valor de transmitância na faixa compreendida entre 1600 a 1800 nm para o FTIR-NIR e para o FTIR-MIR duas regiões compreendidas entre 4000 a 6000 nm e 7500 e 8500 nm. Pode-se observar ainda que na região do FTIR-NIR a amostra de cinza 20 μm apresentou menor transmitância quando comparada com a de 38 μm e de forma similar na região do FTIR-MIR.

3.3. Fluorescência de Raio-X (FRX)

A tabela 1 apresenta a composição química das cinzas de 20 μm e 38 μm.

Tabela 1: Composição química das amostras.

%	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	CaO	Outros
20 μm	48,46	5,10	18,07	7,10	21,27
38 μm	54,34	5,10	15,75	6,22	18,59

Através da composição química evidenciada na tabela 1, observa-se que as cinzas têm como seu principal constituinte o óxido de silício e que este se apresenta em maior quantidade na fração mais grossa do material (38 μm). Por esta razão, a cinza de granulometria inferior a 20 μm possui uma redução de 10,8% em SiO₂ com relação a de 38 μm.

A cinza é ainda constituída em menores proporções por potássio, alumínio, ferro, cálcio, magnésio e fósforo, além de outros constituintes menores.

3.4. Difração de Raio-X (DRX)

A figura 5 apresenta o padrão de difração para as amostras de cinzas de 20 e 38 μm.

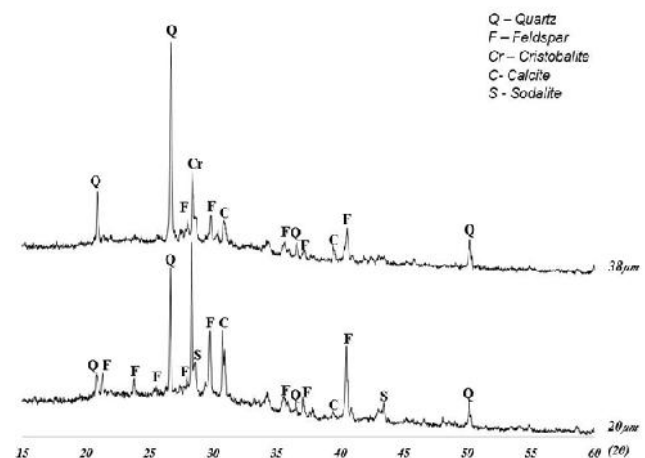


Figura 5: DRX da cinza do bagaço da cana-de-açúcar com 20 μm e 38 μm.

Como pode ser observado pelos difratogramas, os minerais constituintes das amostras são quartzo, feldspato, cristobalita, calcita e sodalita. Pode-se observar ainda que a amostra de 20 μm apresenta maior teor de feldspato e calcita e menor teor de quartzo quando comparadas com a amostra de 38 μm. Esse resultado é corroborado pela composição química.



3.5. Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV

A figura 6 apresenta as micrografias das cinzas de 20 μm e 38 μm .

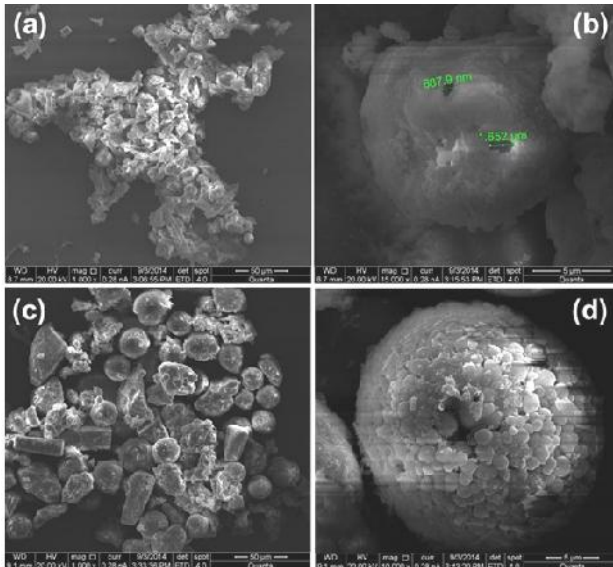


Figura 6: MEV da cinza do bagaço da cana-de-açúcar; a) 20 μm (Mag. 1000x) b) 20 μm (Mag. 5000x) c) 38 μm (Mag. 1000x) d) 38 μm (Mag. 5000x).

Pode-se observar pela figura 6 que as cinzas de 20 μm (a e b) apresentam a existência de poros na sua microestrutura. Observa-se ainda, nas cinzas de 38 μm (c e d) um processo de aglutinação entre as partículas. Pelo fato das partículas terem se aglutinado, é viável pensar na possibilidade de utilizar um processo controlado de obtenção das partículas, visando um material nanoestruturado a partir deste.

4. CONCLUSÕES

- i) As cinzas apresentam composição química e mineralógica favorável para aplicação na síntese alcalina;
- ii) As cinzas com menor granulometria obtiveram os melhores resultados das propriedades ópticas, que favorecem sua aplicação para obtenção de filmes a serem aplicados para superfície seletiva;

- iii) Pelo fato das menores partículas terem obtido o comportamento óptico mais favorável, a pesquisa terá continuidade na busca da obtenção de partículas em dimensão nanométrica para produção dos filmes absorvedores;
- iv) Os resultados obtidos até o presente momento indicam que a cinza apresenta grande potencial de aplicação como filmes para as superfícies seletivas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DAVIDOVITS, J. **Properties of geopolymer cements**. In: Proceedings First International Conference on Alkaline Cements and Concretes, Kiev, Ukraine, 131 (1994).

DAVIDOVITS, J. **Synthesis of new high-temperature geo-polymers for reinforced plastics/composites**. Annual Pacific Technology Conference Technical Displays, 4: 151-154 (1979).

GOMES, C. A. S. **Estudo Comparativo de Superfícies Seletivas para Coletores Solares**. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências dos Materiais) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

GOMES, K. C. **Potencial de Ativação Alcalina de Materiais Residuais Aluminosilicosos no Desenvolvimento de Matrizes Cimentícias**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008.

MILHOMEM, F. O. **Modelagem de Desaguamento em Peneira**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

PALOMO, A.; VARELA, M.T.B.; GRANIZO, M.T.; PUERTAS, F.;



VARQUEZ, T.; GRUTZECK, M.W. **Chemical stability of cementitious materials based on metakaolin.** Cement and Concrete Research 29 (7) 997–1004. (1999).

SELVAKUMAR, N.; BARSHILIA, H.C. **Review of physical vapor deposited (PVD) spectrally selective coatings for mid- and high-temperature solar thermal applications.** Solar Energy Materials & Solar Cells, v. 98, p. 1-23, 2012.

VILLALVA, M. G.; GAZOLI, J. R. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações.** 1ª Edição. São Paulo. Editora Érica, 2012.