

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO TIPO DE SUBSTRATO NA ABSORÇÃO DE FILME ABSORVEDOR SOLAR A BASE DE CINZA DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR

Medeiros, I.D.M.¹; Gomes, K.C.^{1,2}; Galvão, G.O.²; Lima Filho, M.F.²

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, UFPB, Brasil

²Departamento de Engenharia de Energias Renováveis, UFPB, Brasil

Cidade Universitária, João Pessoa/PB – Brasil, CEP: 58051-970, Caixa Postal 5115
ithyara.medeiros@cear.ufpb.br

RESUMO

Superfícies seletivas, ou seja, filmes depositados sobre placas absorvedoras de radiação solar, têm sido utilizadas a fim de aumentar a eficiência dos coletores solares permitindo um máximo de absorvância no espectro solar enquanto mantêm um mínimo de emitância no infravermelho. No entanto, o tipo de substrato no qual o filme é depositado pode interferir nessa absorção. Dessa forma, o presente trabalho procurou avaliar a influência do tipo de substrato na absorção de filmes absorvedores solar produzidos a partir da ativação alcalina da Cinza do Bagaço de Cana-de-açúcar (CBC). Desta forma, foram utilizados três tipos de substratos para a obtenção dos conjuntos (filme + substrato) utilizando as mesmas matérias-primas precursoras dos filmes. Nessas amostras foram realizadas análises ópticas e microestruturais para sua caracterização. Concluiu-se que o substrato de vidro foi o que apresentou maiores níveis de absorção com média e pico na ordem de 65% e 90%, respectivamente, ao longo do espectro em análise. Além disto, observou-se que quanto menor a espessura do filme e a aglomeração das cinzas sobre o substrato maior é a absorção.

Palavras-chave: filme absorvedor, substrato, absorvância.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico e os elevados padrões de vida são demandas complicadas que possuem uma questão em comum: a disponibilidade de um fornecimento correto e confiável de energia ⁽¹⁾.

Dessa maneira, a busca por novas fontes de energia tem se dado em função da crescente demanda mundial, da necessidade de romper a dependência com os combustíveis fósseis e do favoritismo por fontes não poluentes.

Assim, a diversificação da matriz energética, contemplando o uso das energias renováveis é uma estratégia de alto valor no cenário de desenvolvimento projetado ⁽²⁾. Dentre essas fontes, destaca-se a energia solar.

A energia do Sol pode ser aproveitada como fonte de calor para aquecimento ou para a produção de eletricidade. Uma das formas de produção de eletricidade a partir da energia do Sol é por meio de coletor solar de placa plana, o qual embora seja usualmente utilizado para aquecimento de água a baixas temperaturas, o emprego de filmes absorvedores seletivos tem proporcionado aumento da eficiência desse equipamento, possibilitando uma temperatura de operação mais elevada na saída do coletor, aumentando assim o horizonte para novas aplicações ⁽³⁾.

De maneira que, para operações em regiões com baixo índice de insolação ou em coletores solares para aplicações termoelétricas, o material absorvedor deve possuir refletividade seletiva, sendo capaz de absorver o máximo da radiação solar incidente e minimizar as perdas térmicas por emissão de radiação infravermelha ⁽⁴⁾.

Este absorvedor é então chamado superfície seletiva e é geralmente composto por um filme fino aplicado sobre um substrato condutor térmico, podendo ser precedido por uma camada antioxidante ou antidifusiva e sucedido por uma camada antirrefletiva, em contato com o ambiente ⁽⁵⁾.

Atualmente, os estudos estão voltados para a produção de superfícies seletivas utilizando materiais amigáveis ao meio ambiente, ou seja, aqueles que são produzidos utilizando pequena quantidade de energia, liberando poucos poluentes e gerando menos resíduos, e que ao mesmo tempo apresentam elevada eficiência tecnológica, energética e ambiental ⁽⁶⁾.

Em função disso, materiais tais como os materiais alcalinamente ativados têm se mostrado uma alternativa para essa utilização, uma vez que possuem a capacidade de ajudar na redução de emissões poluentes, por meio da imobilização de resíduos industriais, e ao mesmo tempo conservar as propriedades termomecânicas. No entanto, a síntese destes materiais está relacionada com mecanismos que variam em função do tipo de precursor empregado, o que pode se mostrar como um empecilho para a ampliação da tecnologia de fabricação.

Porém, nas regiões tropicais da Terra, como é o caso do Estado da Paraíba, há materiais com potencial de utilização para a síntese do polímero inorgânico que ainda não foram avaliados. Assim, faz-se necessários estudos sistemáticos voltados para o reaproveitamento desses resíduos, tais como as cinzas do bagaço de cana-de-açúcar (CBC).

Em função do exposto, o presente trabalho procurou avaliar a influência do tipo de substrato na absorção de filmes absorvedores solar produzidos a partir da CBC e depositados via pintura.

MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento experimental realizado nessa pesquisa está ilustrado na Figura 1.



Figura 1. Planejamento experimental.

A CBC na sua forma *in natura* foi submetida a processo de peneiramento, com o objetivo de obter uma granulometria homogênea, tendo sido selecionada a cinza com granulometria de 38 μm, visto sua absorção intrínseca (obtida por análises de espectroscopia de UV-Vis), bem como a facilidade de obtenção. Esta cinza foi submetida a processo de moagem de alta energia, visando a obtenção de partículas

mais finas e compatíveis com a aplicação de filmes solar seletivo. A moagem utilizou uma carga bola:massa de 5:1 e rotação de 250 rpm.

Em seguida, a cinza foi submetida a ativação alcalina e posterior deposição via pintura, tendo sido depositado sobre três tipos de substratos (cobre, vidro e aço inoxidável). O conjunto (filme + substrato) foi submetido a avaliações ópticas e microestruturais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Espectroscopia de absorbância na região do Ultravioleta-Vísivel

A região de radiação solar de maior intensidade compreende a faixa de 300 à 850 nm, em função disso, os comportamentos ópticos da CBC.5.250 e dos filmes depositados sobre os substratos foram determinados ao longo desses comprimentos de onda, e podem ser visualizados na Figura 2.

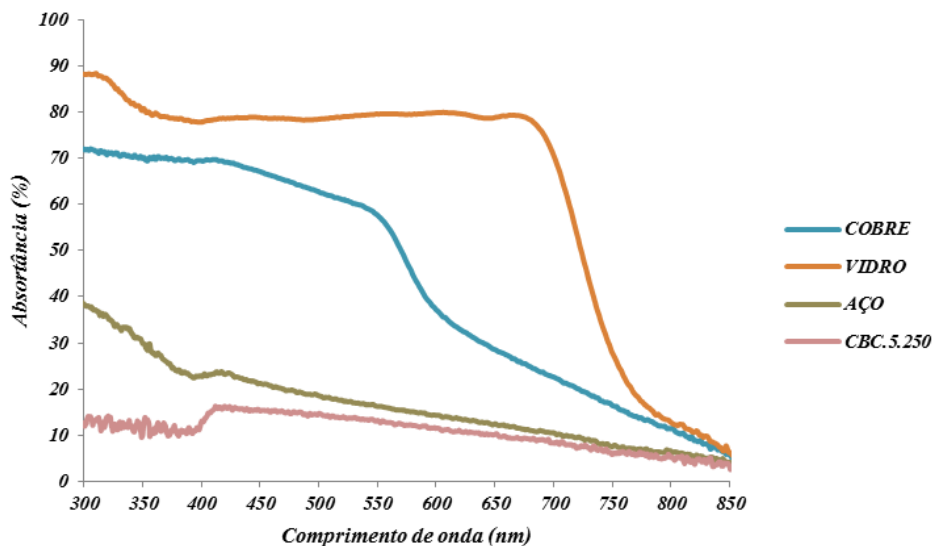


Figura 2. Absortância dos filmes depositados sobre os substratos e da CBC.5.250

Por meio da Figura 2 percebe-se que os filmes obtidos através da síntese do material alcalinamente ativado foi eficaz na elevação dos níveis de absorção, pois mesmo sobre o substrato de aço (que foi aquele que obteve o menor resultado) ela promoveu o aumento dos níveis da média de absorção da matéria-prima precursora (CBC.5.250) na ordem de 13%.

Pode-se observar, ainda que o filme apresenta uma melhor interação com o substrato de cobre, quando comparado com o de aço. Além disso, o filme depositado sobre o substrato de vidro atingiu valores de absorção considerados

aceitáveis, com pico de 90% e média de 65%, uma vez que estão dentro da faixa de absorção dos coletores solares comerciais (7).

Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Os níveis de absorção, observados na Figura 2, também podem ser associados com a espessura dos filmes depositados sobre os substratos, como pode ser visualizado nas Figuras de 3 e 4.

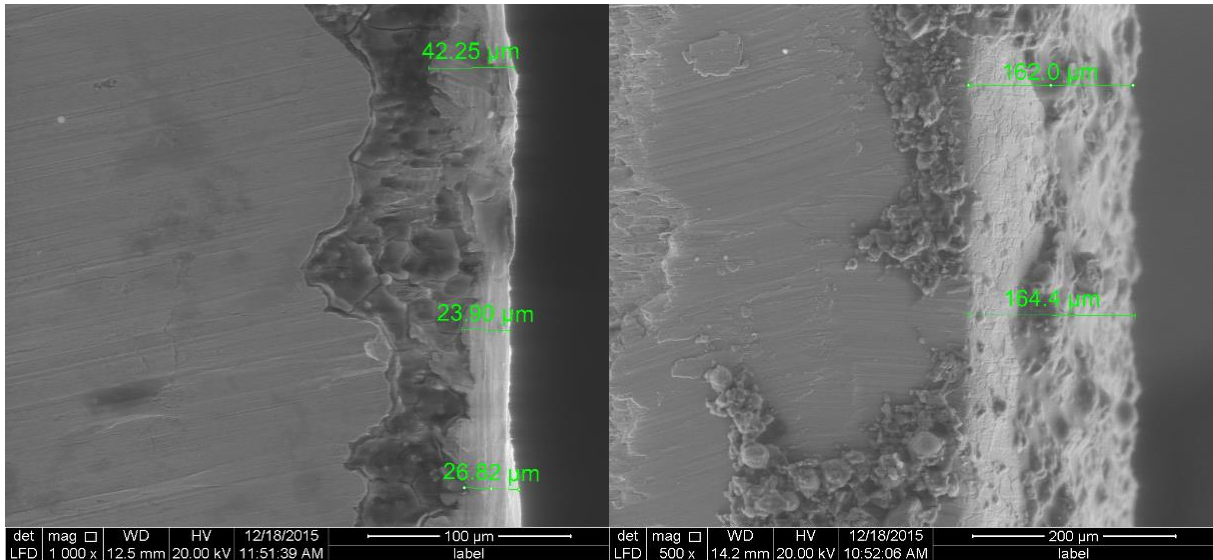


Figura 3. Espessura do filme depositado sobre o substrato de cobre (a esquerda) e sobre o substrato de aço inoxidável (a direita)

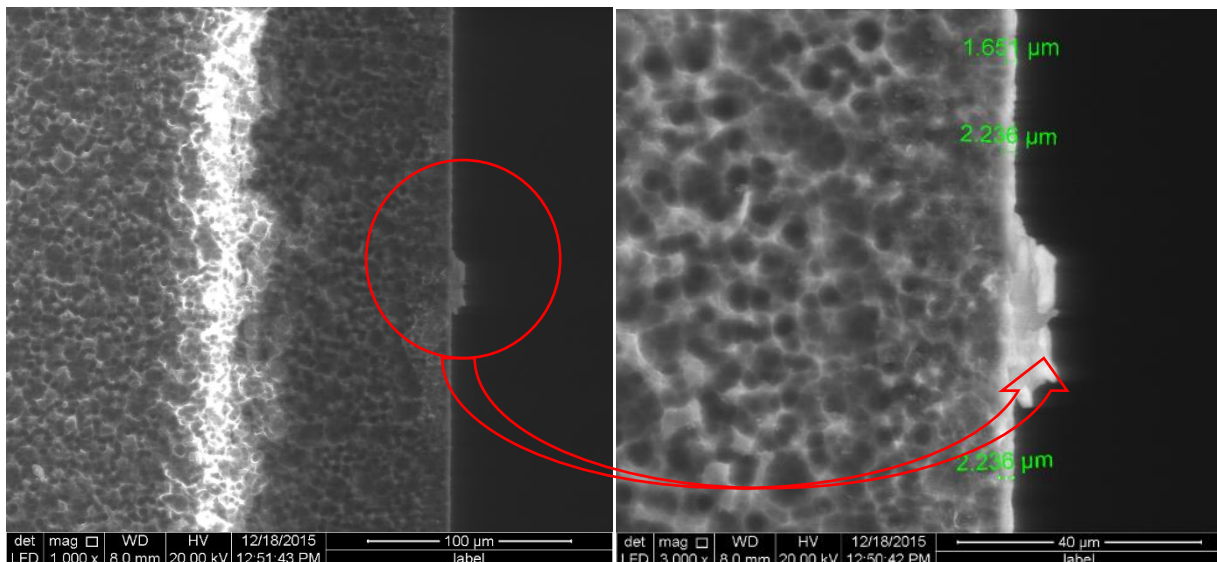


Figura 4. Espessura do filme depositado sobre o substrato de vidro

Nota-se, pelas Figuras 3 e 4 que o filme que obteve o maior nível de absorção também foi aquele que apresentou a menor espessura de filme. Logo, existe uma correspondência entre a absorção do filme e sua espessura como pode ser melhor observado na Tabela 1.

Tabela 1. Média das espessuras e da absorção nos três tipos de substratos

Tipo de Substrato	Média da espessura do filme	Média Absorção ao longo do espectro
Aço Inoxidável	163 μm	20%
Cobre	31 μm	45%
Vidro	2 μm	65%

Por meio da Tabela 1, observa-se que a espessura do filme é inversamente proporcional a média de absorção, relação essa confirmada na literatura ^(8,9,10).

Além da análise das espessuras, as superfícies dos filmes depositados foram visualizadas, a fim de identificar a aparência do filme de maior absorção e compará-lo com os demais, o que pode ser visualizado na Figura 5 abaixo.

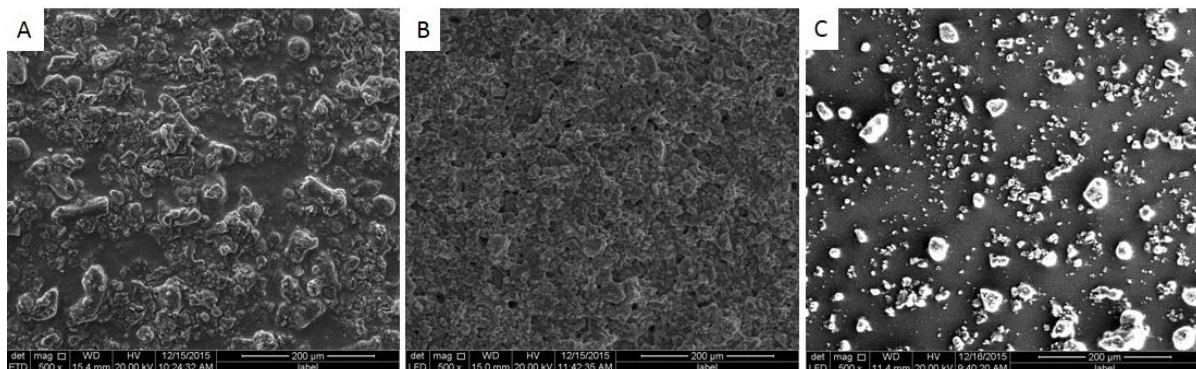


Figura 5. Micrografia da morfologia das superfícies dos filmes depositados sobre os substratos de (a) aço, (b) cobre e (c) vidro.

Percebe-se, pela Figura 5, que pelo fato das micrografias terem sido realizadas na mesma magnitude (500x) pode dizer que as aglomerações entre as cinzas foram maiores sobre o substrato de aço, fato que pode ter provocado dispersão e reflexão da radiação incidente ^(11,12) provocando os baixos índices de absorção.

CONCLUSÕES

Através da espectroscopia de absorvância da região ultravioleta-visível foi possível determinar que dentre os substratos analisados, o de vidro foi o que proporcionou a maior média de absorvância (65%) ao longo do espectro em análise.

Enquanto que a visualização das micrografias permitiu observar que a diminuição, tanto da espessura quanto das aglomerações das cinzas sobre a superfície, contribuiu para a elevação da absorção solar.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (projeto nº472793/2013-6) e da Capes, bem como aos técnicos e professores do Laboratório de Combustíveis e Materiais (LACOM-UFPB) e do Laboratório de Tecnologia de Novos Materiais (TECNOMAT-UFPB).

REFERÊNCIAS

- (1) HINRICHES, R. A.; KLEINBACH, M. **Energia e Meio Ambiente**. São Paulo: Thomson, 1999.
- (2) VILLALVA, M. G.; GAZOLI, J. R. **Energia Solar Fotovoltaica**. São Paulo: Érica, 2012.
- (3) MIHELICIC, M.; FRANCETIC, V.; KOVAC, J.; VUK, A. S.; OREL, B.; KUNIC, R.; PEROS, D. *Novel sol-gel based selective coatings: from coil absorber coating to high power coating*. **Solar Energy Materials & Solar Cells**, v. 140, p. 232-248, 2015.
- (4) MARTINS, M. **Produção de Superfícies Seletivas por Magnetron Sputtering para Aplicação em Coletores Solares**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e dos Materiais) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.
- (5) GOMES, C. A. S. **Estudo Comparativo de Superfícies Seletivas para Coletores Solares**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências de Materiais) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.
- (6) GOMES, K. C. G. **Potencial de Ativação Alcalina de Materiais Residuais Aluminosilicosos no Desenvolvimento de Matrizes Cimentícias**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008.

- (7) KENNEDY, C. E. **Review of Mid-to-High Temperature Solar Selective Absorber Materials**. Colorado: National Renewable Energy Laboratory, 2002.
- (8) KIVAIKI, R. T. Optical properties of selectively absorbing chromium films deposited at oblique angle of incidence. **Solar Energy Materials**, 1981.
- (9) KUMAR, S. K., MURUGESAN, S., SURESH, S., RAJ, S. P. Nanostructured CuO Thin Films Prepared through Sputtering for Solar Selective Absorbers. **Journal of Solar Energy**, 2013.
- (10) NAHAR, N. M.; MO, G. H.; IGNATIEV, A. Development of a Al₂O₃-Co selective absorber for solar collectors; Thin solid films; v. 172; p. 19-25, 1989.
- (11) KRENZINGER, A. Superfícies Seletivas para Conversão Térmica da Energia Solar, Óxido de Cobre sobre Cobre. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e dos Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1979.
- (12) SADE, W. **Produção de Superfícies Seletivas de Ni/NiO para Aplicações em Coletores Solares**. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia de Materiais) – Rede Temática em Engenharia de Materiais, Belo Horizonte, 2011.

INFLUENCE OF SUBSTRATE TYPE IN ABSORPTION OF SOLAR ABSORBER FILM BASE SUGAR CANE BAGASSE ASH

Medeiros, I.D.M.¹; Gomes, K.C.^{1,2}; Galvão, G.O.²; Lima Filho, M.F.²

¹Postgraduate Program in Mechanical Engineering, UFPB, Brazil

²Department of Renewable Energy Engineering, UFPB, Brazil

Cidade Universitária, João Pessoa/PB – Brasil, CEP: 58051-970, Caixa Postal 5115
ithyara.medeiros@cear.ufpb.br

ABSTRACT

Selective surfaces, i.e., films deposited on plates absorbing of solar radiation have been used to increase the efficiency of solar collectors allowing a maximum absorptance of the solar spectrum while maintaining a minimum emittance in the infrared. However, the type of substrate on which the film is deposited may interfere with this absorption. Thus, this study aims to evaluate the influence of substrate type in the absorption of solar absorbing films produced from the alkaline activation of Sugar Cane Bagasse Ash (CBC). Thus, we are using three kinds of substrates to

obtain the film+substrate using the same precursor raw materials of the films. The samples were characterized by optical and microstructural analysis. It was concluded that the glass substrate showed the highest levels of absorption with middle and peak in the order of 65% and 90%, respectively, throughout the spectrum analysis. Furthermore, it was observed that the smaller the thickness of film and agglomeration of ash on the substrate is greater absorption.

Key-words: absorber film, substrate, absorptance.