

# **ESTUDO DA EMISSIVIDADE DE SUPERFÍCIES SELETIVAS DE ANATÁSIO SOBRE ALUMÍNIO**

**Danilo Baptista Boavista da Cunha**

Aluno de Graduação da Nanotecnologia 5º período, UFRJ  
Período PIBIC/CETEM: julho de 2011 a julho de 2012,  
dcunha@cetem.gov.br

**Luis Carlos de Lima**

Orientador, Físico, D.Sc.  
llima@cetem.gov.br

## **1. INTRODUÇÃO**

A busca de fontes alternativas, limpas e eficientes já não é novidade. Com isto, este trabalho visa o desenvolvimento de uma nova superfície seletiva, baseado em mineral de anatásio, para aumentar a eficiência da absorção de luz solar e que seja financeiramente viável.

A eficiência de um coletor pode ser aumentada ao modificar as propriedades de absorção e conversão de luz solar. Isto pode ser atingido aumentando o coeficiente de absorbância no espectro visível (UV - 0,3-2,5 $\mu$ m) e diminuindo as perdas térmicas (materiais com baixa emitância na região do infravermelho - IR - 2,5-20 $\mu$ m).

Normalmente superfícies seletivas são produzidas com óxidos metálicos de titânio, silício e alumínio, depositados sobre placas de alumínio e cobre. Hoje pretendemos depositar matrizes nanoestruturadas a partir da combinação desses óxidos, para gerar superfícies com melhores propriedades.

## **2. OBJETIVOS**

Este estudo faz parte de um projeto maior, que pretende produzir uma superfície seletiva, de concentrado de anatásio, por técnicas de vácuo. Caracterizar opticamente para comparar com os resultados de amostras de superfícies seletivas comerciais e enfim, abranger toda a cadeia de conhecimento relacionada ao desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias, desde o desenvolvimento da superfície até a avaliação do seu desempenho.

Assim, os objetivos desse estudo podem ser descritos como: produzir superfícies seletivas com grau de competitividade com as atualmente comercializadas, avaliar o desempenho óptico de superfícies seletivas produzidas e comparar os resultados com as superfícies de titânio comerciais européias.

Usualmente as superfícies seletivas são compostas por 3 camadas específicas, a primeira é uma camada refletora, que no nosso caso específico utilizamos o alumínio, a segunda é a camada principal, aonde ocorre a absorção. Esta camada, nas superfícies comerciais analisadas é composta de titânio metálico (Ti), enquanto que neste trabalho será utilizado anatásio, que é composto, majoritariamente (78%), por TiO<sub>2</sub> (óxido de titânio), 20% de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (óxido de alumínio) e 2% de Fe, Si e outros metais e semi-metais. Já a última camada tem como objetivo potencializar a retenção da luz incidida, através de aprisionamento do feixe, por isso é chamada de camada anti-reflectiva. Usualmente é utilizado uma pequena camada de SiO<sub>2</sub> ou Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

### 3. METODOLOGIA

Este trabalho abrange desde a fabricação da pastilha de anatásio até a análise da superfície gerada. O anatásio é moído em moinho de ágata. Para transformá-lo em pastilha é necessário prensá-lo a uma pressão de aproximadamente 8 toneladas, criando uma pastilha densa. Com a pastilha pronta, colocamos dentro da câmara de vácuo de elétron beam, onde se deve chegar a um vácuo de  $10^{-5}$  barr, utilizando uma bomba mecânica e uma bomba difusora.

O elétron beam se baseia em emitir um feixe de elétrons direcionável, através de um campo magnético. Este feixe incide sobre a pastilha de pó de anatásio compactado até que seja fundido, formando uma liga de anatásio, que por sua vez é depositado em uma placa de alumínio que está diretamente acima da pastilha fundida.

Neste trabalho foi utilizada uma voltagem fixa de 0,7 Volts, que se mostrou ideal, pois permite uma fusão homogênea e não violenta da pastilha. Assim o que foi variado foi o tempo de exposição da placa de alumínio galvanizado comercial não polido. Os tempos de exposição que foram usados 15, 3, 2, 1,5 e 1 minutos.

Após depositar o anatásio na placa de alumínio é necessário esperar a câmara de vácuo esfriar, que demora cerca de uma hora e meia e retirar a placa. Com a placa em mãos é necessário analisar as propriedades ópticas no espectro do infravermelho e luz visível. Nesta análise o que é medido é a porcentagem de refletância (%R).

Para começar a trabalhar com superfícies é necessário estabelecer como ela interage com uma luz incidente no espectro de luz visível, a análise deve ser feita normalizada ao estudo de um corpo negro, cujas propriedades indicam que tudo que foi incidido nele é refletido e emitido por perdas térmicas, o que pode ser matematicamente expresso da seguinte forma.

$$R + e = 100\% \quad (3)$$

Portanto, para a maior eficiência de superfícies seletivas, é necessário uma baixa emissividade, para evitar perdas e maximizar a conversão da energia irradiada.

Baseado na teoria exposta, os resultados dos experimentos foram obtidos analisando o percentual refletido pela superfície. Finalmente, esses resultados foram comparados com superfícies comerciais européias.

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após processar os dados de todas as superfícies produzidas, foi possível montar um gráfico que mostra a porcentagem de refletância de cada uma e a partir delas calcular a emissividade média de cada, como pode ser visto na Figura 1 e na Tabela 1.

Ao analisarmos as emissividades, pode-se perceber que a menor emissividade é encontrada na superfície que foi exposta ao anatásio durante 2 minutos, tendo seu valor correspondente a 47,91%. O tempo está diretamente ligado à espessura e com isso podemos observar que tem uma espessura limite onde a superfície tem maior eficiência.

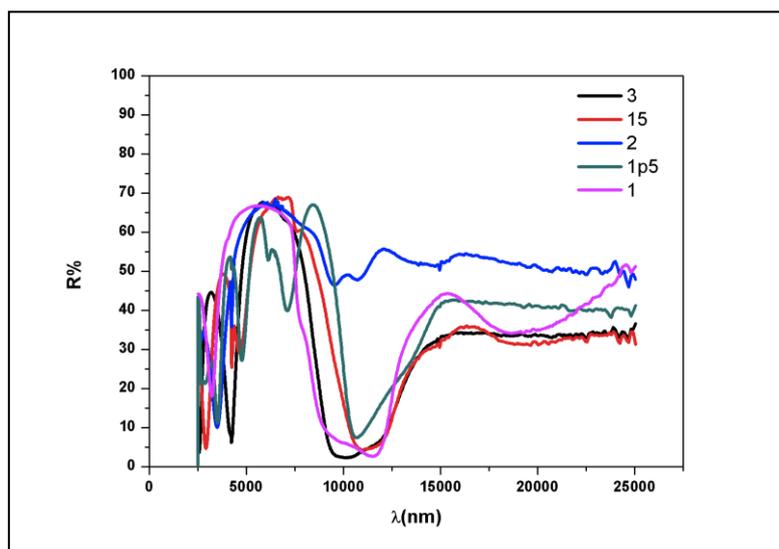


Figura 1. Gráfico com a comparação das emissividades de todos os filmes produzidos.

Tabela 1. Variação na emissividade com os diferentes tempos de deposição.

Tempo de deposição (min.)	Emissividade (%)
15	69,98
3	72,48
2	47,48
1,5	62,23
1	68,34

Podemos ver na Figura 2 um comparativo do percentual de refletividade para uma amostra comercial utilizada em coletores solares nacionais (tinta preta), uma amostra comercial seletiva importada da marca Alanod – Alemã, e entre elas a amostra de anatásio. Lembrando que quanto maior este valor, menor é a emissividade.

Em preto, tinta preta, que tem emissividade entorno de 96% e aquece, em média, a água até 40°C. Em vermelho está a curva de uma superfície seletiva, alanod, de origem alemã que já está sendo comercializada. Esta superfície apresenta emissividade entorno de 5% e pode aquecer a água, em média, até 80°C e dependendo das configurações do coletor pode chegar a temperaturas mais elevadas, mesmo em dias sem sol, enquanto que a tinta preta necessita de dias ensolarados. A curva azul representa a curva de melhor resultado que foi produzido da amostra de anatásio, com o tempo de 2 minutos e emissividade aproximada a 48%, utilizando a mesma área do que os outros, mostrando-se quase que exatamente na metade da emissividade da tinta preta e da comercial alemã.

A alanod, já é utilizada na indústria, como por exemplo, na área de laticínios e em hospitais para a higienização dos materiais. A intenção deste material produzido com anatásio é poder baratear o custo de produção, pois usa a matéria-prima do titânio e

possibilitar a utilização desta tecnologia para fins residências, aonde não é necessária uma eficiência tão alta.

Os futuros objetivos deste trabalho é a comparação entre a superfície aqui produzida com uma nova amostra que contenha a mesma camada de anatásio, porém com a camada anti-reflexiva, provavelmente de oxido de silício e comparar os resultados.

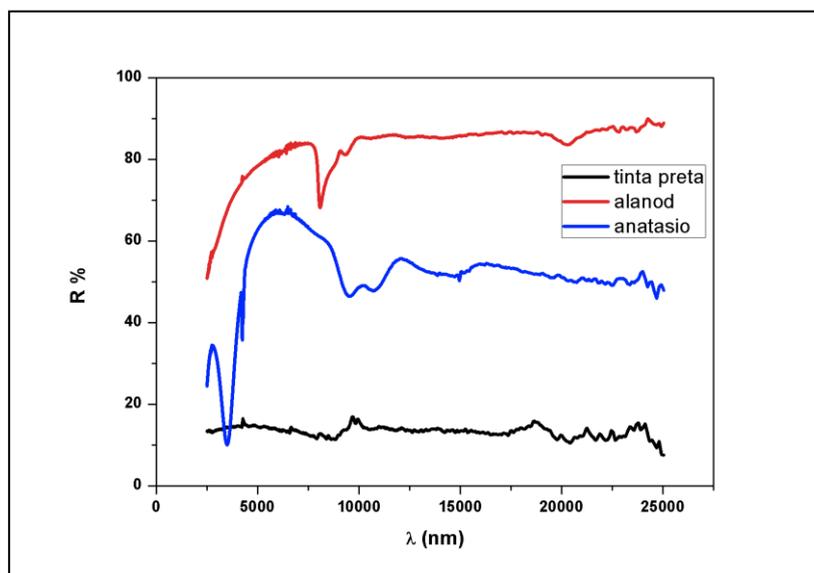


Figura 2. Comparação entre a %R da tinta preta, da alanod e do filme de anatásio de melhor resultado (2 minutos)

## 5 AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos envolvidos neste trabalho, como todos os alunos de graduação, mestrado e doutorado que me ajudaram, especialmente ao Aluno de mestrado do curso de Metalurgia e de Materiais da UFRJ Felipe Al, a todos os técnicos que me auxiliaram e ao Laboratório de Superfícies Seletivas da UFRJ.

Também foi de fundamental importância, e por isso agradeço a ajuda da Professora Renata Simão, do Dr. Luiz Lima, orientador, e da Dra. Marta Moraes, D.Sc, cuja ajuda foi essencial para a conclusão e entendimento do trabalho aqui exposto. Por fim gostaria de agradecer ao CNPq pela bolsa de iniciação científica que foi disponibilizada.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MOEMA, M. **Produção de Superfícies Seletivas por Magnetron Sputtering para Aplicação em Coletores Solares**. 2010. 75p. Dissertação (mestrado) – Programa de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio de Janeiro (Brasil).