

FABRICAÇÃO DE FIBRAS DE CARBONO UTILIZANDO FIBRAS TÊXTEIS

Gabriel de Aquino Valim¹
Jossano Saldanha Marcuzzo²
Heide Heloise Bernardi³

Aluno do CST em Projetos de Estruturas Aeronáuticas da FATEC São José dos Campos; e-mail:
gabriel.valim3@fatec.sp.gov.br¹

Membro da empresa JMHP Consultoria em Materiais e Informática LTDA; e-mail:
jossano@gmail.com²

Professor da FATEC São José dos Campos; e-mail: heide.bernardi@fatec.sp.gov.br³

Área do Conhecimento: 3.03.00.00-2 Engenharia de Materiais e Metalúrgica/3.03.05.004 Materiais não metálicos 3.03.05.03-9. Materiais Conjugados não Metálicos

Palavras-chave: Tecido têxtil. Fibra de carbono. Carbonização.

INTRODUÇÃO

As fibras de carbono podem ser fabricadas a partir de fibras sintéticas ou naturais (fibras precursoras) por meio de tratamentos térmicos de carbonização e grafitação (PARK, 2018).

As fibras de carbono desempenham um papel crucial devido à suas propriedades de alta resistência e rigidez, estabilidade dimensional, baixo coeficiente de expansão térmica, compatibilidade biológica e resistência à fadiga, porém, o fator custo de produção limita suas aplicações. Portanto, alguns estudos têm sido feitos na tentativa de diminuir o custo de produção das fibras de carbono, utilizando, por exemplo, fibras de poliacrilonitrila (PAN) de aplicação têxtil. Outra opção seria o uso de fibras naturais (algodão e linho) ou de fibras manufaturadas artificiais (viscose), pois o valor da poliacrilonitrila é em torno de US\$ 33/kg (OLIVEUX et al., 2015), enquanto o da fibra de algodão é em torno de US\$ 1,05/kg (CONAB, 2017).

Com isso, as fibras de carbono obtidas utilizando como precursores tecidos têxteis de algodão, linho e viscose, após seu processo, devem ser caracterizadas a fim de avaliar as propriedades obtidas e, assim, validar o uso desses materiais para a produção de fibras de carbono de baixo custo.

OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é a produção de fibras de carbono com o uso de fibras naturais (algodão e linho) e fibras manufaturadas artificiais (viscose), visando futuramente o reuso de materiais de descarte (sobras) de processos têxteis.

METODOLOGIA

Neste estudo, os tecidos (naturais e não naturais) foram carbonizados em forno tubular da marca EDG localizado no Laboratório de Ensaios de Materiais Metálicos e Carbonosos da FATEC SJC. Antes de colocar as amostras de tecidos no forno, estas foram pesadas em balança de precisão. Após estas passarem pelo processo de carbonização, foram pesadas novamente, a fim de avaliar a perda de massa do material.

Para o ensaio de absorção de umidade, as amostras já carbonizadas foram novamente colocadas em forno a 100°C por uma hora e meia, para secagem. Após a secagem, as amostras foram pesadas e colocadas em um dissecador. O dissecador foi abastecido com água deionizada e pelo fato de ter sua saída de umidade controlada, ele é utilizado para medir a absorção das amostras quanto à água. Após um período de 168 horas, as amostras foram pesadas novamente, para o cálculo da absorção da umidade. Para analisar os aspectos das amostras nos diferentes tecidos e do processo de carbonização, foram feitas análises microscópicas utilizando um MEV TESCAN VEGA3 da Shimatzu.

Para a determinação da família dos grupos funcionais presentes na superfície de um material, bem como quantificá-los foi usado a metodologia de titulação de Boehm. O método permite identificar a família dos grupos funcionais e quantificá-los.

O método *Sink Float*, consiste em um método para verificar se o material afunda ou flutua, o método consiste em colocar uma pequena amostra do material carbonizado em uma solução com densidade estabelecida e com isso verificar se esta afunda ou flutua, determinando assim a faixa de densidade deste material, já que materiais mais densos que o líquido tendem a afundar e menos densos a flutuar.

Para a medição do pH foi medida 1g da amostra e aquecida, após isso é colocado em Erlenmeyer com 200 ml de água e 100 ml de água deionizada. Feito isso, a solução é misturada por sete dias. Para o ponto de carga zero é usado 10 gramas da amostra misturados com 100 ml de água e 50 ml de água deionizada, misturado como na medição de pH, após é aquecido até a ebulição e resfriado em temperatura ambiente. A medição do pH e do PCZ é feita com o pHmetro após a filtragem da solução.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a verificar o comportamento microestrutural dos tecidos, as amostras carbonizadas foram observadas por microscópio eletrônico de varredura (MEV). Em relação a escala, os fios da viscose são menores em relação aos outros e o linho possui um filamento maior e irregular. Na observação das fibras que foram fragmentadas devido ao processo mecânico, o tamanho é de pequenos filamentos (com variação de tamanho) e não um particulado, como mostra a Figura 1.

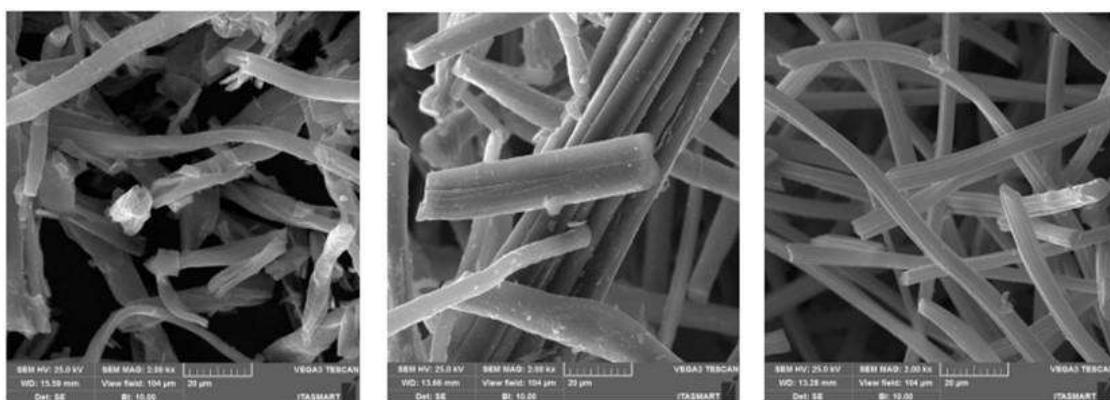


Figura 1. Micrografia dos tecidos após a carbonização, respectivamente da esquerda para a direita: Algodão, Linho e Viscose.

Observando os resultados da titulação (Figura 2), pode-se verificar que as fibras de carbono carbonizada, independente do tipo de precursor, tem característica predominantemente básica, pois apresenta grupos hidroxila, carbonila, carboxila e fenólica, tendo uma pequena variação em relação ao tipo de amostra.

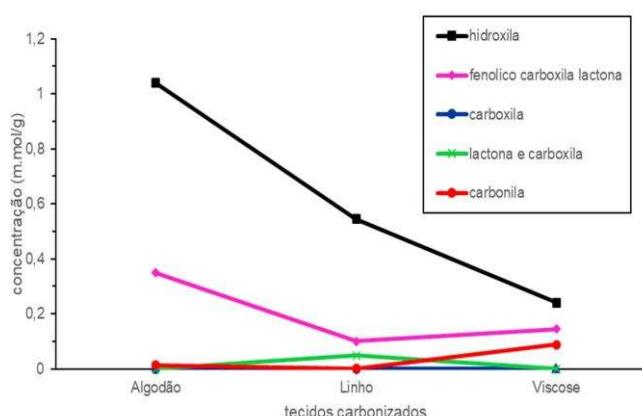


Figura 2. Variação na concentração nas superfícies em relação aos diferentes tecidos carbonizados.

A Tabela 1 mostra os resultados de perda de massa, absorção de umidade, *sink float*, pH e PCZ dos tecidos carbonizados. Foi observado que o material com maior perda de massa foi a viscose. A viscose após a pirólise foi o material que apresentou o aspecto mais quebradiço entre as fibras, enquanto o algodão que também teve boa perda de massa apresentou um aspecto bem similar ao de antes da carbonização, com aspecto denso. O linho é que apresentou melhor aproveitamento da relação entre massa carbonizada e massa inicial.

Em relação a absorção de umidade, o algodão é o material que absorveu mais água. Isso vem de acordo com a propriedade de absorção das hidroxilas de celulose (ALCÂNTARA e DALTON, 1996). De modo geral, os resultados mostram que não há ganho de massa significativo.

No ensaio de *Sink Float* são usados pequenos tubos em que uma pequena quantidade das amostras moídas foi colocada em conjunto com uma solução de determinada densidade. Verifica-se na Tabela 1 que o linho afunda entre 1,68 g/ml e 1,70 g/ml, pois em 1,70 g/ml a amostra fica no meio do líquido, portanto cai em 1,69 g/ml. No entanto, o algodão afunda em 1,70 g/ml e a viscose em 1,68 g/ml.

Os resultados obtidos de pH e PCZ corroboram com os resultados obtidos na titulação de Boehm. Tais resultados indicam que o algodão e o linho têm forte potencial básico, enquanto a viscose tem um potencial neutro. Tais resultados indicam um caráter potencial já previamente visto na titulação, ou seja, uma característica predominantemente básica. Na medição do ponto de carga zero (PCZ), pode-se verificar um caráter neutro nas superfícies do linho e na viscose, enquanto no algodão é verificado uma característica básica.

Tabela 1. Perda de massa, absorção de umidade, *sink float*, pH e PCZ dos materiais carbonizados.

Material	Perda de Massa (%)	Absorção de Umidade (%)	<i>Sink Float</i> (g/ml)	pH	PCZ
Linho	81,58	0,21	1,68 - 1,70	8,3	7,4
Viscose	84,69	0,25	1,68	7,7	7,4
Algodão	84,34	0,26	1,70	9,2	9,6

CONCLUSÕES

As conclusões que podem ser descritas no desenvolvimento do trabalho são:

- É possível a produção das fibras de carbono usando como precursores tecidos de algodão, linho e viscose;
- O algodão obteve maior absorção de umidade em material carbonizado, indo de encontro com o esperado na literatura, porém, os resultados obtidos com os outros materiais, não se diferem em demasia; todos os materiais perdem massa com a carbonização; por isso, foi importante a observação do aspecto físico dos tecidos, por exemplo, a viscose se mostra muito quebradiça.
- Em relação a morfologia das fibras após o processo de carbonização e moagem, foi observado que suas microestruturas não se alteraram muito em relação ao aspecto inicial do tecido.
- Com a titulação e com a medição do pH vê-se maior concentração de grupos básicos nas amostras e o algodão apresenta maior relação de concentração dos grupos titulados, portanto, a técnica analítica utilizada, mostrou que as fibras de carbono, independente do precursor utilizado, tem característica predominantemente básica.
- O ensaio *Sink Float* mostra que apesar de algumas características diferentes, os tecidos estudados, possuem em sua estrutura carbonizada, um comportamento similar em relação a densidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, M.R.; DALTON, D. A química do processamento têxtil. Química Nova, v.19(3), p.320-330, 1996.

CONAB. A Cultura do Algodão: análise dos custos de produção e da rentabilidade nos anos-safra 2006/07 a 2016/17. Compêndio de estudos Conab, v.8, 2017.

OLIVEUX, G.; DANDY, L.O.; LEEKE, G.A. Status of recycling of fiber reinforced polymers: Review of technologies, reuse and resulting properties. *Progress in Materials Science*, v.72, p.61-99, 2015.

PARK, S.J. Carbon Fibers. *Springer Series in Materials Science*, 2ºed. Springer, v. 210, 2018.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao PIBIT-CNPq pela concessão da bolsa de Iniciação Tecnológica: 165822/2021-0.