

FABRICAÇÃO DE FIBRAS DE CARBONO UTILIZANDO FIBRAS TÊXTEIS

Nunes, A.¹

andrea.nunes01@fatec.sp.gov.br

Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos Prof^o Jessen Vidal

Marcuzzo, J.S.;

JMHP Carbon LTDA.

Bernardi, H.H.

heide.bernardi@fatec.sp.gov.br

Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos Prof^o Jessen Vidal

1. Introdução

As fibras de carbono, produzidas a partir de fibras sintéticas ou naturais através de tratamentos térmicos de carbonização e grafitação, são valorizadas por suas propriedades de alta resistência, rigidez, e estabilidade dimensional, mas seu alto custo de produção limita suas aplicações [1]. Estudos recentes exploram alternativas para reduzir esses custos, como o uso de fibras naturais, como algodão e linho, ou fibras manufaturadas, como viscose, em substituição à poliacrilonitrila (PAN), um precursor caro utilizado na produção de fibras de carbono [2,3]. A conversão da PAN em fibra de carbono é um processo complexo e energeticamente intensivo, elevando significativamente o preço da fibra final [4,5]. No Brasil, os preços de tecidos de algodão, linho e viscose variam amplamente, influenciando o custo de produção dessas fibras [6-11]. Além disso, o descarte significativo de resíduos têxteis no país, cerca de 4 milhões de toneladas em 2022, motiva a busca por alternativas de reciclagem, como a produção de fibras de carbono a partir de resíduos têxteis [12,13]. Este estudo investiga a viabilidade de usar tecidos de algodão, linho e viscose como precursores para a produção de fibras de carbono de baixo custo.

2. Metodologia

A parte experimental foi estruturada em etapas distintas, começando pela seleção dos materiais utilizados, que incluíram dois precursores naturais (algodão e linho) e um precursor sintético (viscose). As amostras de tecido tinham as seguintes dimensões: 35 cm x 1,46 cm para o algodão, 35 cm x 77 cm para a

viscose, e 35 cm x 1,20 cm para o linho. Para fins comparativos, foi analisada uma amostra

comercial de carvão ativado granulado de coco (Carboactiv CV 12 x 25 da Clarimex).

Os tecidos de fibras de carbono (TFC) foram produzidos em batelada em um forno tubular no Laboratório de Ensaios de Materiais Carbonosos e Metálicos da FATEC SJC. O processo de carbonização foi conduzido em atmosfera inerte (argônio) com aquecimento até 900°C, utilizando uma taxa de aquecimento de 5°C/min. A temperatura de 900°C foi mantida por 20 min. Após esse período, o gás argônio foi substituído por CO₂, e a temperatura foi elevada para 1000°C, onde permaneceu por 1 h. Após a ativação, os tecidos de fibra de carbono ativados (TFCA) e o carvão ativado de coco granulado foram moídos utilizando almofariz e pistilo, a fim de padronizar as amostras para as análises subsequentes, incluindo adsorção, UV-VIS, e DQO.

Para a caracterização das amostras, foram realizadas análises de adsorção com solução de iodo e azul de metileno e espectroscopia no ultravioleta visível (UVVis), utilizando o espectrofotômetro da marca HACH, modelo DR6000 UV/VIS.

3. Resultados e Discussões

3.1. Adsorção de azul de metileno e de iodo nas amostras de TFCA e Carvão Ativado

As Tabelas 1 e 2 mostram os resultados de adsorção, no qual os dados incluem a quantidade de solução usada (ml de sol.) e a quantidade adsorvida (mg/g).

Para determinar quantas gramas de solução de azul de metileno e de iodo as amostras consumiram, foi utilizada uma relação de regra de três, no qual consiste relacionar a quantidade volumétrica das soluções utilizadas e adsorvidas até a saturação com a massa de cada amostra

colocada em cada béquer, levando em consideração a concentração da solução usada. Na adsorção com o azul de metileno pode-se identificar poros maiores e no iodo poros menores.

Com o processo de ativação, há a formação de poros na superfície dos TFCA e do Carvão Ativado de Coco, e os resultados mostram que independente do precursor utilizado (algodão, linho ou viscose) os TFCA possuem uma maior quantidade de poros menores, devido a maior adsorção da solução de iodo. No entanto, o TFCA usado como precursor o algodão é o que apresenta maior porosidade, pois possui valores elevados de adsorção de iodo e de azul de metileno.

Tabela 1 – Adsorção com as soluções nos TFCA e Carvão Ativado de Coco – Azul de metileno.

Massa (0,1g)	Amostra	ml de sol.	mg/g
0,1077g	Algodão	26	241,41
0,1066g	Viscose	7	65,67
0,1034g	Linho	8	77,37
0,1047g	Coco	3	28,65

Fonte: Autor (2024).

Tabela 2 – Adsorção com as soluções nos TFCA e Carvão Ativado de Coco – Iodo.

Massa (0,1g)	Amostra	ml de sol.	mg/g
0,1034g	Algodão	4	490,91
0,1043g	Viscose	3	365,00
0,1018g	Linho	3	373,97
0,1075g	Coco	2	236,09

Fonte: Autor (2024).

Comparando os TFCA com o Carvão Ativado, os precursores de baixo custo usados para produzir TFC possuem uma maior porosidade em relação ao carvão ativado (maior quantidade de poros maiores e menores) viabilizando assim, o uso desses materiais como promissores substitutos do carvão ativado.

3.2. Análise de UV-Vis nas amostras de TFCA e Carvão Ativado

As Tabelas 3 a 6 mostram os resultados obtidos nas amostras submetidas às análises de espectroscopia no ultravioleta visível (UV-Visível) para como elemento filtrante em resíduo líquido oriundo do processo de TNT.

Os comprimentos de onda (λ) negativos indicam que os TFCA e o Carvão Ativado estão adsorvendo algumas substâncias presentes no resíduo líquido. Quando a amostra adsorve as substâncias, ela remove essas moléculas da solução, o que reduz a concentração delas no

meio. Isso significa que menos luz é absorvida pela solução, e a transmitância aumenta. Como o equipamento foi calibrado para um estado inicial onde a solução continha as substâncias em maior concentração, a redução subsequente na absorvância pode resultar em um pico negativo. Em resumo, nesse estudo em específico, os picos negativos no UV-VIS são um indicador de que as amostras estão adsorvendo as substâncias de interesse de maneira eficiente.

Já os comprimentos de onda (λ) positivos indicariam que a absorvância aumentou, o que sugere que a concentração das substâncias na solução não foi significativamente reduzida após o tratamento com a amostra ativada. Isso significa que a amostra não adsorveu de forma eficiente as substâncias presentes no efluente. Portanto, podem ser interpretados como um resultado de adsorção ruim, já que refletem uma menor eficiência da amostra em remover as substâncias da solução. Quanto mais a amostra adsorver, menor será a absorvância medida.

Pode-se notar, que o fato de o algodão (Tabela 3) ter mostrado apenas picos negativos sugere que ele foi mais eficiente na adsorção das substâncias presentes no efluente, resultando em uma maior remoção dessas substâncias da solução. Por outro lado, o linho (Tabela 4), a viscose (Tabela 5) e o carvão de coco (Tabela 6), que apresentaram tanto picos negativos quanto positivos, indicam uma adsorção menos consistente. Os picos positivos podem sugerir que, em alguns casos, a adsorção foi menos eficiente, deixando uma quantidade significativa de substâncias na solução, o que aumentou a absorvância. Além disso, o algodão foi a amostra que teve maior adsorção de azul de metileno e iodo, tendo maior porosidade, podendo assim, contribuir com a melhor absorvância dessas substâncias.

Tabela 3 – Resultados UV-VIS do TFCA (precursor algodão).

Amostra	Esc.	Pico 1	Pico 2	Pico 3
Algodão	1:10	572 N		
Algodão	1:20	544 N		
Algodão	1:40	514 N		
Algodão	1:80	484 N	470 N	
Algodão	1:160	436 N		

Fonte: Autor (2024).

Tabela 4 – Resultados UV-VIS do TFCA (precursor linho).

Amostra	Esc.	Pico 1	Pico 2	Pico 3
Linho	1:10	580 P		
Linho	1:20	552 P	494 P	

Linho	1:40	510 N	558 P	486 P
Linho	1:80	488 N	470 N	
Linho	1:160	438 N		

Fonte: Autor (2024).

Tabela 5 – Resultados UV-VIS do TFCA (precursor viscoso).

Amostra	Esc.	Pico 1	Pico 2	Pico 3
Viscose	1:10	576 P		
Viscose	1:20	544 P	492 P	
Viscose	1:40	540 P	488 P	
Viscose	1:80	486 N	470 N	
Viscose	1:160	436 N		

Fonte: Autor (2024).

Tabela 6 – Resultados UV-VIS do Carvão ativado de coco.

Amostra	Esc.	Pico 1	Pico 2	Pico 3
Coco	1:10	560 P		
Coco	1:20	504 P	492 P	
Coco	1:40	520 N	484 P	
Coco	1:80	488 N	470 N	
Coco	1:160	436 N		

Fonte: Autor (2024).

4. Conclusões

A pesquisa obteve os resultados previamente apresentados neste relatório, podendo-se colocar como destaque, as seguintes observações:

A ativação de fibras de carbono melhora a área superficial e a porosidade do material, permitindo um controle preciso de suas características, o que aumenta a eficiência na adsorção de poluentes.

O TFCA (precursor algodão) demonstrou superioridade em termos de porosidade e capacidade de adsorção, apresentando uma morfologia de poros menores que facilitou a remoção de substâncias da solução.

A análise UV-VIS confirmou o desempenho superior do TFCA (precursor algodão), evidenciado pelos picos negativos que indicam a alta eficácia do algodão na remoção de moléculas e na redução da concentração de substâncias na solução.

Em comparação, as amostras de linho, viscose e carvão de coco apresentaram adsorção menos consistente, com a presença de picos positivos que sugerem menor eficácia na remoção de contaminantes. (f) O carvão de coco, apesar de ter demonstrado boa capacidade de adsorção, não superou a eficiência do algodão.

O linho mostrou desempenho intermediário, enquanto a viscose apresentou menor capacidade de adsorção e resultados menos consistentes.

Todos os resultados ressaltam a importância da escolha do adsorvente em processos de tratamento de efluentes, com o algodão emergindo como uma opção promissora.

Referências

PARK, S. J. Carbon fibers. 2. ed. Springer Series in Materials Science, v. 210. Berlin: Springer, 2018.

FRANCO, L. C. P. Estudo de oportunidade sobre a viabilidade técnico-econômica da produção de fibra de carbono no Brasil. 2017. Monografia (Graduação em Engenharia Química) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2017.

NOTÍCIAS AGRÍCOLAS. Cotações de algodão. Notícias Agrícolas, Campinas, 23 de julho de 2024.

Disponível em:

<https://www.noticiasagricolas.com.br/cotacoes/algodao>. Acesso em: 23/07/2024.

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.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.pmatsci.2015.01.004>.

LENGSFELD, H.; MAINKA, H.; ALTSTÄDT, V. Carbon fibers: production, applications, processing. Munich: Hanser Publishers, 2021. [6]

CENTER FABRIL. Centerfabril - Comércio e Representações Industriais. Disponível em: <https://www.centerfabril.com.br/>. Acesso em: 25/08/2024.

AGRO EM DIA. Preço médio mensal do algodão é o maior desde março de 2024. Disponível em: <https://agroemdia.com.br/2024/07/31/preco-mediomensal-do-algodao-e-o-maior-desde-marco-de2024/>. Acesso em: 25/08/2024.

FEIRA DOS TECIDOS. Tecido linho. Disponível em:

<https://feiradostecidos.com/products/tecidolino>. Acesso em: 25/08/2024.

EMPÓRIO TECIDOS. Linho puro. Disponível em: <https://emporiotecidos.com.br/linho-puro>. Acesso em: 25/08/2024.

EMPÓRIO TECIDOS. Viscosos. Disponível em: <https://emporiotecidos.com.br/viscosos>. Acesso em: 25/08/2024.

CASA BOAVISTA. Tecidos atacado. Disponível em: <https://casaboavista.com.br/tecidos-atacado>. Acesso em: 25/08/2024.

CNN BRASIL. Brasil descarta mais de 4 milhões de toneladas de resíduos têxteis por ano. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/brasildes-carta-mais-de-4-milhoes-de-toneladas-deresiduos-texteis-por-ano/>. Acesso em: 02/08/2023.

ZONATTI, W. F.. Geração de resíduos sólidos da indústria brasileira têxtil e de confecção: materiais e processos para reuso e reciclagem. 2016. Tese (Doutorado em Sustentabilidade) - Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. doi:10.11606/T.100.2016.tde-26042016-192347.

Agradecimentos

A autora agradece ao CNPq pela bolsa de iniciação tecnológica (Processos PIBIT/CNPq CNPq 164527/2023-0).

À instituição FATEC (Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos – Prof^o Jessen Vidal), pela liberação do Laboratório de Ensaio de Materiais Carbonosos e Metálicos, onde foram elaborados todos os testes e ensaios.

A empresa RESIX de São José dos Campos, onde foram feitas as análises de UV-VIS e DQO.

¹ A. Nunes de IT com bolsa PIBITI CNPq (Processo PIBIT/CNPq 164527/2023-0).