

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DO CARVÃO ATIVADO OBTIDO A PARTIR DA BIOMASSA CASCA DE PITOMBA (*Talisia esculenta*)

Ms. Wendel S. Araújo¹, Prof. Dr. Leonardo B. Cantanhede², Prof. Dr. Antônio E. M. Paiva³, Prof. Dr. Ulisses Magalhães Nascimento⁴, Naldirene do N. Fonseca⁵, Angela M. C. M. Santos⁶.

¹araujow@acad.ifma.edu.br, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Maranhão – IFMA;

² leonardo.cantanhede@ifma.edu.br, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Maranhão – IFMA;

³ ernandes@ifma.edu.br, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Maranhão – IFMA;

⁴ ulisses.ma@hotmail.com, Universidade Federal do Maranhão - UFMA;

⁵ naldirene.fonseca@acad.ifma.edu.br, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Maranhão – IFMA;

⁶ angela.mouzinho@ifma.edu.br, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Maranhão – IFMA.

Palavras-Chave: Pitomba (*Talisia esculenta*), Carvão Ativado, TG-DTG / FTIR

Introdução

A pitombeira (St. Hil.) Ralck), é uma biomassa sendo espécie nativa da região Amazônica Ocidental, nas quais são excelentes fontes de vitaminas, minerais e fibras (MORAES et al, 2020) sendo essas fibras usadas para meio alimentar ou mesmo para síntese de carvão ativado, A necessidade da síntese do carvão ativado se dar pelas propriedades ímpares da porosidade da biomassa em natura (MENDONÇA et al, 2021) sendo este potencializado pela ativação química com ácido fosfórico (H_3PO_4) na obtenção de: microporos: $< 2 \text{ nm}$, mesoporos: $2 - 50 \text{ nm}$ ou macoporos: $> 50 \text{ nm}$, facilitando o processo de adsorção desse carvão ativado (ADSORVENTE) em relação aos poluentes (ADSORVATO) (SILVA et al, 2024).

Figura 01 – Pitombeira - Famílias das Sapindaceae e pitomba (*Talisia esculenta*)



Fonte: Autoria própria

Estudos comprovam a eficiência da adsorção / biossorção do carvão para tratamentos de poluição gasosa e efluentes causados por contaminantes adversos como: CO, CO₂, fármacos, metais e até mesmo, corantes ;no qual os três últimos poluentes citados são as vezes descartados

de forma irregular comprometendo a biodiversidade aquática (KILIC, 2020), a adsorção do carvão ativado é eficiente, devido sua elevada área superficial podendo variar entre 600 – 1200 m²/g (ossos e cascas animais), 800 – 1500 m²/g (resíduos vegetais em geral) 900 – 1600 m²/g, (cascas frutas e legumes) (SILVA, 2023; SOUZA et al, 2020 e FISCHER et al, 2019) nas condições ativado com H₃PO₄, t = 350 °C, T= 3h, O trabalho tem como objetivo, sintetizar, caracterizar e avaliar a capacidade adsortiva do carvão ativado quimicamente com ácido fosfórico (H₃PO₄) a partir da biomassa casca da pitomba (*Talisia esculenta*), (MENDONÇA & VIEITES, 2019).

Material e Métodos

Carvão Não Ativado (CNA): Pesou-se 20 g (triturada e peneirada) de biomassa, em uma balança analítica (SHIAMDZU – AUY220) em seguida foi acondicionada em 4 cadinhos de porcelanas e colocada em um forno mufla (BRAVAC 220 V) há uma temperatura de 300 °C, por um tempo de 3 h, posteriormente passada em uma peneira de aço de 63 nm.

Figura 02 – Etapa de Pirólise da Biomassa sem Ativação Química



Fonte: Autoria própria

Carvão Ativado (CA): Pesou-se 50 g (triturada e peneirada) de biomassa, em uma balança analítica, logo após em um béquer de 250 ml adicionou-se a biomassa e a solução de 100 ml (0,1M) de H₃PO₄, impregnada por 24 h, posteriormente seca por mais 24 h e em seguida foi acondicionada em 4 cadinhos de porcelanas e colocada em um forno mufla (BRAVAC 220 V) há uma temperatura de 300 °C, por um tempo de 3 h. posteriormente passada em uma peneira de aço de 63 nm.

Figura 03 – Etapa de Pirólise da Biomassa com Ativação de H₃PO₄



Fonte: Autoria própria

Lavagem do Carvão Ativado: A lavagem do CA tem o intuito de remover o excesso de agente ativante do mesmo, onde em uma chapa aquecedora (FISATOM-596419, 230 V) aqueceu-se água destilada um béquer de 1000 ml (1L) a $90\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ com o auxílio de um termômetro de álcool; já a postos, um suporte universal e argola ajustou-se um funil de 100 ml, papel de filtro acoplados e adicionou-se CA. A água destilada aquecida gradativamente foi separada em um béquer de 100 ml e inserida no funil com a amostra onde ao final de cada filtração fez-se a medição do pH até a amostra atingir uma estabilidade aproximadamente do pH 5,0 da água destilada.

Figura 04 – Etapa de lavagem da CA (H_3PO_4) com água destilada aprox. a $90\text{ }^{\circ}\text{C}$



Fonte: Autoria própria

Análise Termogravimétrica (TG / DTG)

A análise térmica da biomassa in natura, foi realizada em uma termobalança SHIMADZU modelo TGA-51, com fluxo de 50 ml min^{-1} de gás Ar. Nas análises aqui ressaltadas, foram utilizados cadinhos de alumina, razão de aquecimento de $10\text{ }^{\circ}\text{C min}^{-1}$, massa da amostra de $20,0 \pm 0,50\text{ mg}$, partindo da temperatura ambiente e progredindo até $600\text{ }^{\circ}\text{C}$. A técnica utilizada tem a metodologia de identificar: comportamento térmico do precursor (biomassa), tempo e temperatura de degradação e taxa de degradação. realizou-se no Laboratório de Síntese de Óxidos Metálicos e Aplicação Catalítica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA, / Campus: São Luís - Monte Castelo.

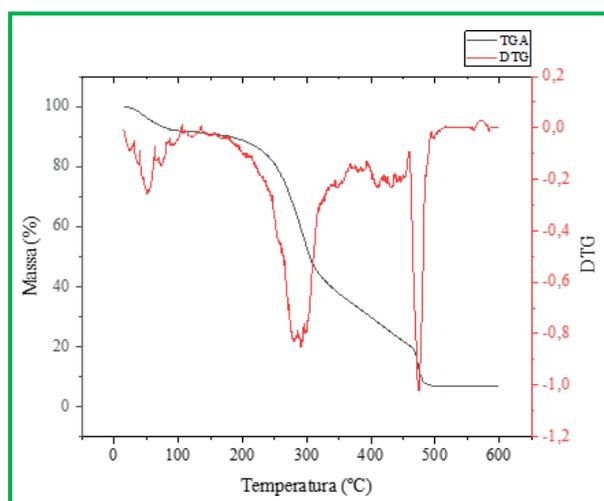
Espectroscopia na Região do Infravermelho com Transformada de Fourier - FTIR

A análise na região do infravermelho foi utilizada como uma análise complementar ao método de Boehm. Os espectros no infravermelho com transformada de Fourier - FTIR do carvão produzido a partir das cascas da pitomba foram obtidos utilizando um espectrofotômetro SHIMADZU (IR-Prestige-21). Os espectros possuem resolução de 4 cm^{-1} variando entre 400 e 4000 cm^{-1} . Estas análises foram realizadas com uma mistura composta por 1% em peso de amostra com 99% em peso de brometo de potássio (KBr – 99%, Sigma Aldrich) (MOPOUNG et al., 2015) realizou-se no Laboratório de Química Analítica da Universidade Federal do Maranhão, UFMA/Campus São Luís.

Resultados e Discussão

Pode-se observar na **figura 05** traz as curvas TG/DTG sob atmosfera oxidante. Em 130 °C houve perda de aproximadamente 10% de massa de água (SANTOS e MORAIS, 2015), caracterizada pelo DTG, outros três pontos importantes: entre 150 – 320 °C, degradação da hemicelulose e outros compostos voláteis (40%), de 170 – 470 °C degradação de lignina e outras pequenas celulosas (30%) (SOUZA e SILVA, 2021) e 480 – 490 °C perda de massa com grande liberação de energia identificada pelo evento intenso da DTG (JÚNIOR, 2023). O restante são apenas componentes inorgânicos e menos voláteis da amostra.

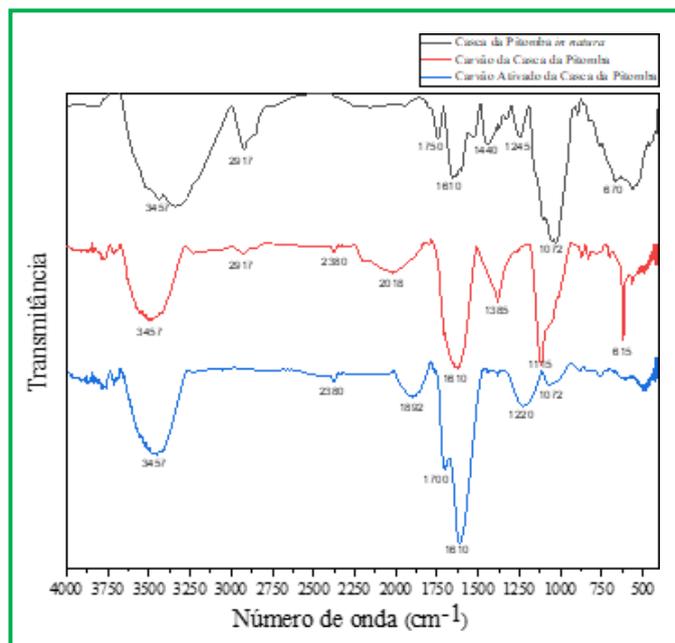
Figura 05 – Análise Termogravimétrica – TG / DTG, da casca da pitomba com taxa de aquecimento de 10 °C/min.



Fonte: Autoria própria

Na **figura 06**, a **casca da pitomba** apresenta modo vibracional em 3457 cm^{-1} pode estar associado as vibrações de estiramentos de grupos -OH (álcool) ou fenol, o modo vibracional 1245 cm^{-1} ocorre vibrações de estiramento (stretching) de ligações C-O presente em ésteres ou álcoois, o 1072 cm^{-1} pode indicar vibrações de estiramento (stretching) de ligações C-O em éteres (NONO et al, 2016), as vibrações de estiramento da ligação C-O-C em polissacarídeos e lignina.

Figura 06 – Espectroscopia na Região do Infravermelho com Transformada de Fourier da: casca da pitomba, carvão da casca da pitomba e carvão ativado da casca da pitomba



Fonte: Autoria própria

No **carvão da casca da pitomba**, entende-se que em 3457 cm^{-1} é semelhante no que foi citado acima, o modo vibracional 2830 cm^{-1} está relacionado a presença de CO_2 (dióxido de carbono) que é um dos produtos da pirólise (LIU et al, 2020), o modo vibracional de 1610 cm^{-1} ao estiramento (stretching) de ligação $\text{C}=\text{C}$ indicando insaturados oriundo da pirólise (OLIVEIRA et al, 2020), 1115 cm^{-1} pode estar associado ao estiramento da ligação $\text{C}-\text{O}$, 615 cm^{-1} esse modo vibracional pode ser devido a deformação das ligações $\text{C}-\text{H}$ em estruturas aromáticas ou outras configurações moleculares resultantes do processo de pirólise.

No **carvão ativado da casca da pitomba** A banda em 1700 cm^{-1} vibração de estiramento (stretching) de carbonila $\text{C}=\text{O}$ (carbonila), grupos funcionais carbonílicos formados durante o processo de ativação (HAN et al., 2020), o espectro em 1610 cm^{-1} as vibrações de estiramentos de ligação $\text{C}=\text{C}$ (metileno) indicam presença de aromáticos ou insaturados devido o tratamento térmico e ativação ((ZHANG et al., 2021), 1220 cm^{-1} pode estar associada a vibrações de estiramento da ligação $\text{C}-\text{O}$, indicando presença de grupos funcionais como éteres ou fenóis que podem ter formado durante o tratamento com o H_3PO_4 .

Conclusões

A biomassa casca de pitomba (*Talisia esculenta*) mostrou-se eficiente quanto o processo de síntese de carvão tanto não ativado quanto o carvão ativado, onde a comprovação deu-se nas caracterizações TG/DTG e FTIR.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Maranhão – IFMA, campus: Monte Castelo e Codó, A Fundação de amparo à pesquisa e ao desenvolvimento científico e tecnológico do estado do Maranhão (FAPEMA), Laboratório de Análise e Pesquisa de

Alimentos, Bebidas e Ambiental - LAPAA na pessoa do docente Prof. Dr. Gilmar da Silva, LACAT e Universidade Federal do Maranhão - UFMA.

Referências

- FISCHER H. C. V., LIMA L. S. de, FELSNER M. L., QUINÁIA S. P.; Estudo da Capacidade de Adsorção de Carvões Ativados Comerciais Versus Tempo de Armazenamento. **Ciência Florestal**. Vol. 29, nº 03, pag. 1090 – 1099. Julho / Setembro 2019.
- HAN, Q. *et al.* High adsorption of methylene blue by activated carbon prepared from phosphoric acid treated eucalyptus residue. **Powder Technology**, v. 366, p. 239–248, 2020.
- JÚNIOR J. A. S.; Decomposição Térmica da Casca de Soja Pura e Misturada com NaCl, MgCl₂ e ZnCl₂. **Tese de Doutorado**, Programa de Pós Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG. Novembro, 2023.
- KILIC, M. Y., Um Estudo comparativo de tratabilidade para têxteis águas residuais: adsorvente de resíduos agrícolas versus carvão ativado. **Pol. J. Environ. Stud.**; Vol. 29, nº. 6, págs. 4131 - 4137. September 2020.
- LIU X., DONG X. PARK J.; Competitive Adsorption of Heavy Metal Ions from Aqueous Solutions onto Activated Carbon and Agricultural Waste Materials. **Polish. Journal. Environmental. Studies**, vol. 29, nº. 01, págs. 749-761, 2020.
- MENDONÇA, V. Z. de, VIEITES, R. L.; Physical-Chemical Properties of Exotic and Native Brazilian Fruits. **Acta Agronômica**. Vol. 3, nº 68, pag. 175-181. April 2019.
- MENDONÇA, J. C., CANTANHEDE L. B., ROJAS M. O. I. A., RANGEL J. H. G., BEZERRA C. W. C.; Preparation of Activated Charcoal Adsorbent from Pitombeira Seeds (*Talisia esculenta*) and Its Application for Ca²⁺ Ions Removal. **Water Supply**, vol. 00, nº. 0, págs. 1–15, 2021.
- MOPOUNG, S.; MOONSRI, P.; PALAS, W.; KHUMPAI, S. Characterization and Properties of Activated Carbon Prepared from Tamarind Seeds by KOH Activation for Fe(III) Adsorption from Aqueous Solution. **The Scientific World Journal**, v. 2015, p. 1–9, 2015.
- MORAIS R. A., dos SANTOS A. L., SOUSA H. M. S., SOARES C. M. da S., da SILVA D. L., MARTINS G. A. de S.; Determinação dos Compostos Fenólicos Totais em Cascas de Frutas Encontradas no Cerrado Brasileiro. **Revista Desafios: Suplemento - Ciência e Tecnologia de Alimentos II**. Vol. 07, nº Especial. Abril 2020.
- NONO, P.; KAMGAING, T.; TCHUIFON, D.; GABCHE, S. Optimisation of Catechol Removal from Aqueous Solution by Adsorption on Activated Carbon from Corn Cobs and Coffee Husk. **Chemical Science Transactions**, v. 5, n. 3, 2016.
- OLIVEIRA E, BONK B., FELIX E. P., DOMINGUES R. C. P. R.; Adsorção de Monóxido de Carbono em Carvão Ativado Convencional e Impregnado Com 5% de Nióbio. **Revista Matéria**, vol. 26, nº. 4, Janeiro 2020
- SANTOS C. M. e MORAIS L. C de. Parâmetros Termodinâmicos da Casca de Laranja Desidratada. **Quim. Nova**, vol. 38, nº. 04, 488-492, 2015.
- SILVA V. W. P da, FIGUEIRA K. L., SILVA F. G da, ZAGUI G. S., MESCHEDE M. S. C.; Descartes de Medicamentos e os Impactos Ambientais: Uma Visão Integrativa das Literaturas Ambientais. **Ciências e Saúde Coletiva**. Vol. 28, nº 04 págs. 1113 – 1123, Abril 2023.
- SILVA F. A., CANTANHEDE L. B., MARQUES I. S., FIGUEREDO G. P de; Adsorção de Azul de Metileno Utilizando Carvão Ativado Preparado a Partir da Casca do Tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*). **Química Nova**, vol. 47, nº. 03, e-20230106, págs. 1-9, 2024.
- SOUZA C. D. R de e SILVA K de C da; Potencial energético dos resíduos da castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K) para produção de carvão ativado. **Research, Society and Development**, vol. 10, nº. 02, e53310212698, 2020.
- SOUZA C. D. R de e SILVA K de C da; Potencial energético dos resíduos da castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) para produção de carvão ativado. **Research, Society and Development**, vol. 10, nº. 02, e53310212698, 2021.
- ZHANG, Z. *et al.* Efficient removal of methylene blue using the mesoporous activated carbon obtained from mangosteen peel wastes: Kinetic, equilibrium, and thermodynamic studies. **Microporous and Mesoporous Materials**, v. 315, n. January, p. 110904, 2021.