



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

CASCA DE COCO VERDE NA PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL ATIVADO

Túlio Henrique Gonçalves da Silva*¹, Gylles Ricardo Ströher² and Gisely Luzia Ströher³

¹Graduando em Engenharia Química pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná - PR, Brasil

²Doutor em Engenharia Aeronáutica e Mecânica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica PR, Brasil

³Doutora em Ciências pela Universidade Estadual de Maringá PR, Brasil

ARTICLE INFO

Article History:

Received 27th April, 2022

Received in revised form

18th May, 2022

Accepted 06th June, 2022

Published online 28th July, 2022

Key Words:

Casca de coco verde,
Carvão vegetal, Carvão ativado.

*Corresponding author:

Túlio Henrique Gonçalves da Silva

RESUMO

Com a finalidade de promover a destinação adequada para a casca de coco verde, o presente trabalho apresentou uma solução viável transformando os resíduos do coco em carvão vegetal para purificação de resíduo de lavanderia industrial. Foram realizados experimentos comparativos do carvão de casca de coco produzido neste trabalho (CCC e CAC) com carvão ativado disponível no mercado (CAP). Os resultados mostraram superioridade do carvão ativado com cloreto de zinco (CAC) em relação ao carvão de casca de coco (CCC), seguido pelo CAP. Com relação a ativação química com cloreto de zinco (CAC), os resultados das análises sugerem que dentre os três níveis de concentração do agente ativador, o melhor encontrado foi o contendo 50% de cloreto de zinco em base mássica. Contudo, os testes de adsorção com o carvão de casca de coco deste projeto se mostraram promissores para a purificação de rejeitos industriais de lavanderia.

Copyright © 2022, Túlio Henrique Gonçalves da Silva et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Túlio Henrique Gonçalves da Silva, Gylles Ricardo Ströher and Gisely Luzia Ströher. 2022. "Casca de coco verde na produção de carvão vegetal ativado", International Journal of Development Research, 12, (07), 57655-57658.

INTRODUÇÃO

A cultura do coqueiro abrange uma área aproximada de 187,5 mil ha com produção de 1,6 bilhão de frutos no Brasil. Na região Nordeste, se concentra 80,9% da área colhida de coco do País e 73,5% de sua produção (BRAINER, 2021). As variedades do coqueiro no Brasil são gigante, anão e híbrido. O coqueiro Gigante é destinado a produção de coco seco, em condições ideais de plantio começa a produzir a partir do sétimo ano após o plantio, tendo como subprodutos, coco ralado, leite de coco, farinha de coco e fibras (BRAINER, 2021; MARTINS *et al.*, 2011). No que se refere às variedades, Anão e Híbrido a produção se inicia no terceiro ano após o plantio, podendo produzir até 200 frutos em média por ano. A capacidade de produção de água de coco é menor em comparação ao coqueiro gigante atingindo 300mL em média (MARTINS *et al.*, 2011). O crescente consumo de coco verde tem gerado uma grande preocupação com o correto destino dos resíduos. No Brasil apenas 10% deste resíduo é reciclado (BBC BRASIL, 2014). Sem iniciativas para reciclagem todo material residual gerado acaba indo para aterros sanitários ou descartados de maneira irregular (MARTINS *et al.*, 2011; CARRIJO *et al.*, 2002). A casca do coco demora em média cerca de 8 anos para se degradar totalmente, e como possui um grande volume, acaba reduzindo bastante a vida útil de aterros sanitários.

Existem muitos projetos para reaproveitamento na agricultura, mas não são aplicados, pois possuem um alto custo de preparação (CARRIJO *et al.*, 2002). O descarte indevido do coco também gera problemas de saúde pública. Exemplo disso é a proliferação de mosquitos, como o *Aedes Aegypti* que utiliza a casca abandonada como criadouro natural. O mosquito é responsável pela transmissão de doenças graves como dengue, febre amarela, Chikungunya, zika. (PALMA, 2014; BBC, 2015). Outro problema gerado a partir do não reaproveitamento da casca de coco é a produção do gás metano em sua decomposição, o gás metano é gerado a partir da ação de microrganismos em matéria orgânica, o metano é um dos gases poluentes que intensificam o efeito estufa. Gerando desequilíbrio nos ecossistemas da terra (FURTADO, 2012). A fruta apresenta uma estrutura fibrosa, mas com uma superfície lisa (epicarpo). As cores do fruto podem variar de verde a marrom avermelhado. O feixe de fibras (mesocarpo) é branco e composto majoritariamente por lignina e glicose. Mais adentro se encontra uma casca dura (endocarpo) que envolve o núcleo (endosperma) (BAUDOUIN *et al.*, 1996). Segundo Fernandes (2008), podem ser utilizadas como matéria prima para produção de carvão ativado: madeiras, vegetais, ossos, cascas de coco, endocarpo de coco da baía, bagaço de cana-de-açúcar, e outros. A casca do coco é um material orgânico composto principalmente por lignina glicose e possui uma estrutura similar com a madeira que é utilizada na produção de carvão vegetal (ANDRADE, 2004;

AZEVEDO *et al.*, 2020). Segundo Nogueira (2003) o coco pode ser queimado diretamente em fornalhas ou aproveitado para produção de carvão vegetal. O poder calorífico superior, em base seca é de cerca de 5.447,38 kcal/kg. Carvões ativados são materiais carbonosos porosos que através de um processo aumentaram a sua porosidade interna e apresentam uma estrutura microcristalina não grafitica (CLAUDINO, 2003). Os materiais carbonáceos possuem em média uma área superficial de 10 a 15m².g⁻¹. Com a oxidação dos átomos de carbono durante o processo de ativação a área superficial do carbono ativado atinge uma área superficial de 800m².g⁻¹ (CLAUDINO, 2003). O carvão ativado tem uma gama de aplicações na área industrial, utilizado principalmente para tratamento de substâncias químicas indesejadas, pois possui um grande poder de adsorção (SOARES,2002; MELANI, 2021). É empregado no tratamento de água para remoção de pesticidas e micro poluentes. Sua aplicação também tem como consequência a melhora de algumas propriedades organolépticas (cor, odor e gosto). Pode também ser utilizado no pré-tratamento da água utilizada nas indústrias de alimentos, bebidas, farmacêuticas e na osmose reversa removendo substâncias orgânicas (SOARES, 2002). A remoção de impurezas nas substâncias usando carvão ativado ocorre devido ao processo de adsorção, as impurezas ficam retidas nas porosidades do carvão. O uso do cloreto de zinco no carvão faz com que haja dilatação da estrutura molecular da celulose em consequência da quebra das ligações laterais da molécula criando a micro porosidade (FERNANDES, 2008). Neste trabalho se transformou cascas de coco verde, um resíduo sólido, em carvão vegetal e em carvão vegetal ativado para a purificação de resíduo de lavanderia industrial em estudo comparativo com o carvão ativado de pinus comercial.

MATERIAL E MÉTODOS

As cascas de coco verde foram recolhidas de vendedores locais da cidade de Apucarana, Estado do Paraná, Brasil. Antes de serem submetidas ao processo de pirólise as cascas passaram pelo corte e secagem ao sol por 72 horas. O processo de pirólise foi realizado utilizando latas de tintas reaproveitadas (lata de tinta de 18 L) com furos de pequeno diâmetro que permitam a entrada de pequena quantidade de ar atmosférico, alimentando assim a chama inicialmente induzida. Acomodou-se tal lata em uma pequena vala aberta no solo contendo uma fogueira como fonte de calor, assim, introduziu-se as cascas de coco com umidade previamente reduzida ao ambiente dentro da lata, e aguardou-se aproximadamente 2h, até o término de liberação da fumaça branca, proveniente da eliminação de água e outros compostos voláteis. Em seguida a essa etapa, fechou-se o recipiente, no intuito de diminuir o oxigênio do recipiente obtendo-se assim, o novo carvão vegetal advindo do processo de pirólise das cascas do coco verde. A chama inicialmente induzida foi apagada obstruindo a entrada de ar atmosférico (furos na base da lata de aço). Os carvões obtidos no final do processo anterior foram macerados e peneirados para posteriores testes de capacidade de adsorção, identificados como CCC. Estes testes foram realizados com rejeito de lavanderia industrial da cidade de Apucarana, Estado do Paraná, Brasil. É válido ressaltar, que em todos os testes realizados se testou o carvão vegetal ativado *pinus* (CAP) vendido comercialmente para comparação dos resultados.

Procedimento de ativação do carvão obtido de cascas de coco verde (CAC) O carvão vegetal obtido das cascas de coco (CCC) foi dividido em três lotes (1, 2, 3) com massas iguais de 0,2500 g e cada lote foi impregnando com diferentes concentrações em base mássica de ZnCl₂, 50%, 37,5%, 25% respectivamente, para ativação (CAC). As triplicatas de cada lote foram secas a 80°C por 15 horas em estufa *Caltech*, *E1083*. O material após seco (CAC) foi colocado em cadinhos e levado a mufla *Jung*, *LF0212*, onde ficou exposto a uma temperatura de 500 °C por 30 minutos. Posteriormente foi lavado com solução de HCl 0,10 mol.L⁻¹ e com abundância de água ultrapura quente e fria alternadamente, o procedimento de lavagem se encerrou quando a água residual atingiu o pH constante. As triplicatas foram novamente colocadas na estufa para secagem.

Procedimento dos testes de purificação no rejeito de lavanderia industrial com os diferentes carvões (CCC, CAC e CAP). As amostras (rejeito da lavanderia) foram diluídas em uma solução de concentração 1:100 (solução A). Em tubos tipo *falcon* foram adicionados 10 mL da solução A e acrescidos diferentes massas de carvão tanto produzidos neste trabalho (CCC e CAC) quanto de carvão ativado *pinus* (CAP). As massas adicionadas foram: 1,00 g (B), 0,50 g (C) e 0,25 g (D) em balança analítica. Em seguida as triplicatas de cada lote foram agitadas e colocadas em repouso de 72 horas para decantação, após a sedimentação do carvão e a clarificação da amostra, Em seguida, foram dispostos em centrífuga *Quimis*, *Q222T*, para o processo de separação. A centrífuga operou por 40 minutos a uma velocidade de 3200 rpm. As análises de adsorção foram realizadas em espectrofotômetro de feixe dividido (*dual bean*), *Agilent Technologies* (*Cary 60*), acondicionadas em cubetas de vidro 10mm, em 550 nm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostram que o rejeito de lavanderia industrial utilizado neste estudo apresentou densidade relativa igual a 1,0565 ± 0,0013 g.mL⁻¹ com o perfil espectroscópico mostrado na Figura 1.

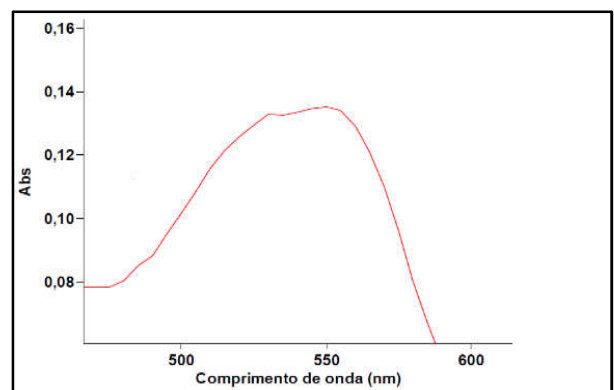


Figura 1. Perfil espectroscópico do rejeito de lavanderia industrial

Com base na Figura 1, se observou que no comprimento de onda 550 nm a amostra apresentou maior absorbância, sendo este empregado para as análises envolvendo os carvões deste trabalho (CCC e CAC) e o carvão comercial (CAP) nas quantificações espectroscópicas.

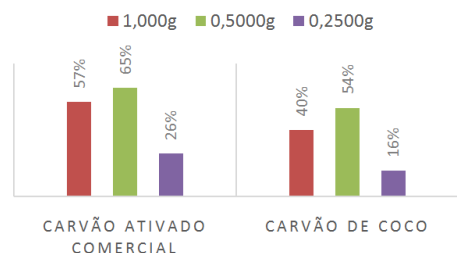


Figura 2. Comparação da purificação do rejeito de lavanderia industrial com carvão ativado comercial (CAP) e o carvão vegetal de casca de coco verde (CCC)

A Figura 2 mostra que a quantificação espectroscópica obteve melhor resultado com o carvão produzido neste trabalho (CCC) com massa de 0,25 g pois apenas 16% do rejeito de lavanderia industrial não foi adsorvido, seguido por 0,25 g do carvão comercial (CAP) com 26%. A diferença da qualidade de adsorção para uma mesma massa mostra a superioridade do carvão deste projeto (CCC) em relação ao comercial (CAP). Tramontin *et al.* (2011) obteve uma eficiência de 95,58% de adsorção utilizando carvão ativado a partir de finos de carvão, no melhor cenário obtido neste trabalho utilizando apenas o carvão de coco sem ativação (CCC) obteve-se uma eficiência de 84%,

o que indica que o carvão tem eficiência próxima ao ideal para realizar o processo de adsorção. Com base nesses dados (Figura 1), análises subsequentes foram realizadas utilizando a massa de 0,25 g, uma vez que dados com massa acima apresentam dados insatisfatórios no que se refere ao desempenho e ao custo/benefício. O carvão vegetal obtido neste estudo foi ativado com cloreto de zinco (CAC) e dividido em três recipientes (1, 2, 3) nas quais se empregou massas iguais a 0,2500g deste carvão com diferentes concentrações em base mássica de $ZnCl_2$, 50%, 37,5%, 25% respectivamente, nos testes de adsorção com a amostra (rejeito de lavanderia industrial), conforme mostra a Figura 3.



Figura 3. Rejeito não adsorvido de lavanderia industrial com CAC

O gráfico mostra que a menor quantidade de rejeito não adsorvida foi obtida no recipiente 1 (50% $ZnCl_2$), seguida pelos recipientes 2 (37,5% $ZnCl_2$) e 3 (25% $ZnCl_2$) respectivamente, contendo CAC com amostras (rejeito de lavanderia) numa diluição de 1:100. Os resultados da Figura 3 indicam que quanto maior a quantidade utilizada de agente ativador ($ZnCl_2$) no processo, maior foi sua eficiência na adsorção. É interessante observar que o experimento (Figura 2) contendo CAP purificou 26%, seguido do CCC (16% de purificação) nas mesmas condições do CAC (Figura 3) que nas melhores condições deixou de adsorver apenas 1,828% das impurezas presentes na amostra de lavanderia diluída na proporção de 1:100. Como os testes realizados com a amostra de rejeito de lavanderia em proporção de 1:100 se mostrou muito eficiente em relação a massa (0,25 g) de carvão ativado com cloreto de zinco II (CAC) se sugerem que próximos estudos possam ser realizados com uma diluição de 10:100 da amostra de lavanderia industrial. Adicionalmente, aos dados apresentados de purificação do resíduo de lavanderia industrial temos a Figura 4, que permite visualizar as diferenças entre a amostra (antes) e após a purificação com CAC.

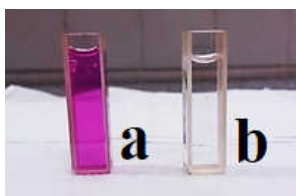


Figura 4. (a) Cubetas com resíduo de lavanderia industrial e (b) após purificação com CAC

Transformar casca de coco verde em carvão vegetal é uma forma de agregar valor e utilidade aos rejeitos da cultura do coqueiro. A ativação deste produto torna o material com maior desempenho na adsorção de impurezas dos rejeitos de lavanderia industrial testado neste trabalho. É evidente, que aproveitar este resíduo como carvão vegetal é um diferencial tanto na preservação (corte de madeira para produção de carvão) quanto na manutenção do meio ambiente (evitar proliferação de insetos e doenças diversas) fornecendo recursos econômicos (trabalho e produto com valor agregado) a uma cultura que emprega mão-de-obra em sua colheita. Contudo, a cultura do coqueiro quando se transforma a casca de coco verde em carvão vegetal é um exemplo de sustentabilidade que deve ser incentivado.

CONCLUSÃO

Transformar cascas de coco verde, um rejeito da cultura do coqueiro, em carvão vegetal é uma excelente forma de sustentabilidade. O carvão vegetal se torna um produto com agregado valor em relação aos transtornos que a casca (resíduo sólido) causa ao meio. O carvão de casca de coco sem ativação (CCC) este carvão com ativação química (CAC) apresentaram ser superiores em comparação ao carvão ativado encontrado no mercado (CAP) evidenciando o potencial deste produto como adsorvente. Com relação a ativação química com cloreto de zinco, os resultados das análises sugerem que dentre os três níveis de concentração do agente ativador, o melhor encontrado foi o contendo 50% de cloreto de zinco em base mássica. Contudo, os testes de adsorção com o carvão de casca de coco deste projeto se mostraram promissores para a purificação de rejeitos industriais de lavanderia.

Agradecimentos: O Presente trabalho foi Realizado com o apoio da Universidade Tecnológica Federal do Paraná/Brasil. Voluntário da UTFPR/Brasil.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. M.; PASSOS, P. R. A.; MARQUES, L. G. C.; OLIVERIRA, L. B.; VIDAURRE, G. V.; ROCHA, J. D. S. Pirólise de resíduos do coco-da-baía (Cocos nucifera Linn) e análise do carvão vegetal. *Revista Árvore*, n. 28, 2004.
- AZEVEDO, J. C. V.; VALVERDE, S. A.; MESQUITA, P. L. Avaliação preliminar da remoção de boro em efluente sintético por adsorção em carvão de ossos bovinos. *Brazilian Journal of Development*, v.6, n. 3, 2020.
- BAUDOUIN, L.; BATUGAL, P. A.; OTHMAN, A.; SANTOS, G. A.; LABOUISSSE, J. P. Manual on standardized research techniques in coconut breeding. 1996. Disponível em: <https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/biodiversity/publications/Web_version/108/ch02.htm#Chapter%201%20BOTANY%20OF%20THE%20COCONUT%20PALM>. Acesso em 03 mai. 2022.
- BBC BRASIL. Conheça cinco focos de reprodução do mosquito Aedes aegypti frequentemente ignorados. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/12/151211_foco_s_dengue_mw_rb. Acesso em: 14 jan. 2022.
- BBC BRASIL. Indústria de coco cresce, mas alto desperdício gera desafio tecnológico. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/02/140207_coco_reciclagem_abre_pai. Acesso em: 21 fev. 2022.
- BRAINER, M. S. C. P., Coco: Produção e mercado. *ETENE*, v. 3, 2021.
- CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca de coco verde como substrato agrícola. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 4, 2002.
- CLAUDINO, A. Preparação de carvão ativado a partir de Turfa e sua utilização na remoção de poluentes. 2003. Dissertação apresentada para obtenção de título de mestre em engenharia química – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/86346/192226.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 16 jun. 2022.
- FERNANDES, F. L. Carvão de endocarpo de coco da baía ativado quimicamente com $ZnCl_2$ e fisicamente com vapor d'água: produção, caracterização, modificações químicas e aplicação na adsorção de íon cloreto. 2008. Tese (Doutorado em química) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008. Disponível em: http://www.quimica.ufpb.br/ppgq/contents/documentos/teses-e-dissertacoes/teses/2008/Tese_Fabiana_L_Fernandes.pdf/@@download/file/Tese_Fabiana_L_Fernandes.pdf. Acesso em: 19 ago. 2021.
- FURTADO, A. F. C.; GADELHA, M. A. C. Os impactos ambientais do consumo do coco verde na praça do Futuro em Fortaleza – CE. 2012. Disponível em: <<http://www.convibra.com.br/>>

- upload/paper/2012/28/2012_28_5051.pdf>. Acesso em 24 mar. 2018.
- MARTINS, C. R.; JESUS, L. A. Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional - Panorama 2010. Aracaju. 2011. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2011/doc_164.pdf> Acesso em 15 abr. 2022.
- MELANI, L. B., STRÖHER, G. R., STRÖHER, G. L. Estudo comparativo das Isotermas de Langmuir e Freundlich em carvão de casca de coco verde com carvão comercial ativado. Brazilian Journal of Development, v.7, n.3, 2021.
- NOGUEIRA, L.A., LORA, H. Dendroenergia: fundamentos e aplicações. Brasília, DF: ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, 2003.
- PALMA, A., OLIVEIRA, M. Fiocruz. Outros transmissores da dengue. 2014. Disponível em: <<http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1411&sid=2>> Acesso em 24 mar, 2020.
- SOARES, A. G.; Tese de doutorado. Adsorção de gases em carvão ativado de celulignina. 2002. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/277548/1/Soares_AlvaroGuedes_D.pdf>. Acesso em 20 abr. 2021.
- TRAMONTIN, D. P.; PETERSON, M.; PIZZOLO, J. P.; Adsorção Do Corante Básico (Azul De Metileno) Por Carvão Ativado Preparado A Partir De Finos De Carvão. Universidade do Extremo Sul Catarinense. 2011. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/rede-carvao/Sessoes_C4_C5_C6/C6_ARTIGO_01.pdf>. Acesso em 20 mar. 2022.
