

ARTIGO

Estudo sobre o uso do biocarvão obtido a partir da casca de coco verde para a construção de filtros de água

Study on the use of biochar obtained from green coconut shells for the construction of water filters

**Arthur Lucas Moura Lopes¹ , Giovanna Wingler Crespo dos Santos¹ ,
Monique Kort Kamp Figueiredo² **

¹ Discente Curso Técnico em Petróleo e Gás Instituto Federal do Rio de Janeiro, Duque de Caxias, RJ, Brasil.

² Docente, Instituto Federal do Rio de Janeiro, Campus Duque de Caxias, Duque de Caxias, RJ, Brasil.

RESUMO: Historicamente a biomassa já foi a principal fonte energética utilizada pela sociedade e foi substituída pelo carvão e produtos derivados do petróleo. A atual situação do planeta torna necessária sua retomada devido a sua abundância e considerável capacidade energética. Utilizando a técnica da pirólise, que consiste em um processo térmico em atmosfera inerte, foi possível produzir o biocarvão a partir dos resíduos da casca de coco verde, o qual também pode ser utilizado como combustível sólido, remediação de solos, sequestro de carbono, e remoção de poluentes. Porém o atual trabalho focou em utilizar esse resíduo como matéria prima para a construção de um filtro de água para poços artesianos. Foram feitos testes de qualidade com um filtro montado com pedra, areia para filtro de piscina, algodão e carvão ativado (Tanto o convencional, como o biocarvão produzido), as análises foram feitas utilizando um kit de análise de água da Ecolab por análises colorimétricas, além de análises quantitativas em um laboratório particular. Os resultados obtidos foram significativos nas análises de Nitrato, Nitrito, Amônia, com ênfase para as análises de Nitrato e NTU (Turbidez) da água.

Palavras-chave: água de poço, casca de coco verde, filtro

ABSTRACT: Historically, biomass was once the main energy source used by society and was replaced by coal and petroleum-derived products. The planet's current situation makes its recovery necessary due to its abundance and enormous energy capacity. Using the Pyrolysis technique, which consists of a thermal process in an inert atmosphere, it was able to produce biochar from green coconut shell waste that can be used as solid fuel, soil remediation, carbon sequestration, direct use as an adsorbent or after activation processes such as activated carbon in the removal of pollutants, however the current project focused on using this residue as raw material for the construction of a water filter for artesian

wells. Quality tests were carried out with a filter assembled with stone, pool filter sand, cotton and activated charcoal (both conventional and biochar), and analyzes were carried out using a water analysis kit from Ecolab using colorimetric analyses, in addition to of quantitative analysis in a private laboratory. Significant results were obtained in the analyzes of Nitrate, Nitrite, Ammonia, with emphasis on the analyzes of Nitrate and NTU (Turbidity) of the water.

Keywords: well water, green coconut shell, filter

INTRODUÇÃO

Os resíduos agrícolas desempenham um papel significativo na agricultura e na economia global (Furlan *et al.*, 2018). No entanto, muitas vezes, esses resíduos são subutilizados ou descartados de maneira inadequada, resultando em impactos ambientais negativos (Krause *et al.*, 2017). É nesse contexto que projetos científicos os quais visam a estudar a utilização de resíduos agrícolas em fins sustentáveis desempenham um papel crucial na preservação ambiental, como a remoção de poluentes por exemplo (Claudino, 2003). Esses resíduos, que incluem restos de colheitas, cascas de frutas, folhas e outros materiais orgânicos, podem ser uma fonte valiosa de matérias-primas para diversas aplicações sustentáveis. Por exemplo, eles podem ser transformados em bioplásticos, biocombustíveis, adubos orgânicos de alta qualidade e até mesmo materiais de construção ecologicamente corretos (Hendges *et al.*, 2018).

Além disso, a reciclagem de resíduos agrícolas pode reduzir a pressão sobre os recursos naturais e contribuir para a mitigação das mudanças climáticas (Viola & Mendes, 2022). Projetos científicos dedicados a estudar a viabilidade e eficácia dessas abordagens, como o estudo sobre o potencial energético de blendas de bagaço de cana-de-açúcar e podas de mangueira e cajueiro (Ponte *et al.*, 2019) são essenciais para promover a transição para uma agricultura mais sustentável. Eles ajudam a desenvolver tecnologias inovadoras e práticas agrícolas mais conscientes do meio ambiente (Fortini, Braga & Freitas, 2020). A pesquisa nesse campo promove a conscientização sobre a importância de usar resíduos agrícolas de maneira eficaz e reduzir o desperdício. Um dos resíduos agrícolas com grande potencial de reaproveitamento é a fibra da casca de coco verde, material lignocelulósico que representa 57% do total do fruto e constituído por lignina e celulose, substâncias essenciais na sua composição para a sua reciclagem como matriz energética (Nunes, 2021; Corradini *et al.*, 2009), ademais a casca de coco apresenta um valor significativo na quantidade de subprodutos do setor agrícola brasileiro, com o Brasil

produzindo anualmente 804.218 toneladas de casca de coco verde (Martins & Jesus Jr, 2014). Uma das utilizações na qual esse trabalho foi embasado é o aproveitamento desse resíduo agrícola para a produção de biocarvão ativado por meio da pirólise, a fim de ser utilizado como principal ativo filtrante em filtros de água de poços artesianos, e teve-se como objetivo analisar sua eficácia na retenção de impurezas dessa água (Trazzi *et al.*, 2018)

METODOLOGIA

Amostragem

As amostras de casca de coco verde foram obtidas em quiosque na praia de Icaraí localizada em Niterói, as quais passaram por um processo de higienização, armazenadas a frio e locomovidas até o laboratório onde seria feito o processo de pirólise.

Procedimento de pirólise

Após a amostra chegar ao laboratório, a mesma foi seca em estufa até peso constante e em seguida foi submetida a um processo de pirólise lenta, realizada a 400°C em um reator de batelada que consiste de um forno de Heraeus R/O 100, um controlador de temperatura, um leito fixo de vidro tipo boro-silicato onde a amostra foi colocada, um sistema de coleta de líquidos formado por um condensador, um funil de decantação (500 mL) e um frasco lavador de gases. O processo de pirólise foi realizado na Universidade Federal Fluminense (UFF) no laboratório LABCON. Observa-se na Figura 1 um esquema do equipamento de pirólise batelada semelhante ao utilizado na pesquisa

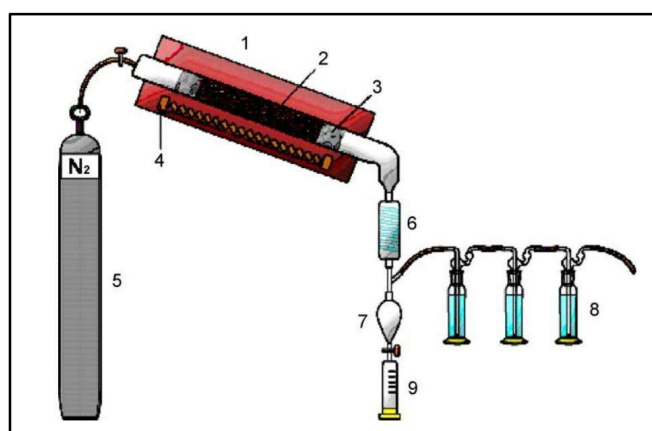


Figura 1. Equipamento de pirólise batelada – Escala de laboratório. (1) forno; (2) amostra seca; (3) Juntas de vidro; (4) resistência elétrica; (5) cilindro de gás N₂; (6) condensador; (7 e 9) funil separador; (8) lavagem do gás (Figueiredo, 2009)

Purificação do biocarvão bruto

O processo de purificação do biocarvão bruto consistiu na técnica de extração soxhlet, utilizando um kit completo de extração soxhlet com balão de vidro de 500mL uma manta aquecedora, Álcool Etilico PA - A.C.S e Hexano PA - A.C.S como solventes, a fim de retirar as impurezas polares e apolares respectivamente, ao longo de 2 horas, para que não haja alteração na qualidade do biocarvão ativado. Observa-se uma figura esquemática de extração soxhlet na Figura 2.

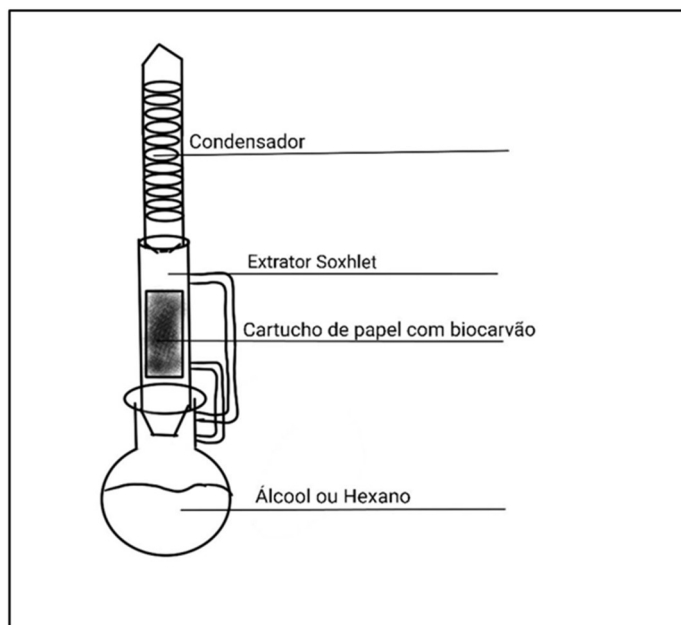


Figura 2. Esquema da extração soxhlet com o biocarvão bruto. (Autoria própria)

Ativação do biocarvão bruto

Uma mistura de biocarvão e H₂SO₄ (Ácido Sulfúrico) concentrado foi aquecida a 200°C, em um balão de vidro, por 1 hora sob agitação constante em um banho de silicone, realizado com um agitador magnético. Pequenas quantidades de água destilada foram adicionadas a cada 5 minutos para promover a ativação. A ativação consiste na quebra e expansão dos poros presentes no biocarvão bruto, formando os macro-poros, os meso-

poros e os micro-poros os quais serão responsáveis por reter as impurezas e partículas que por ali passarem (Cabral, 2017) conforme observado na Figura 3.

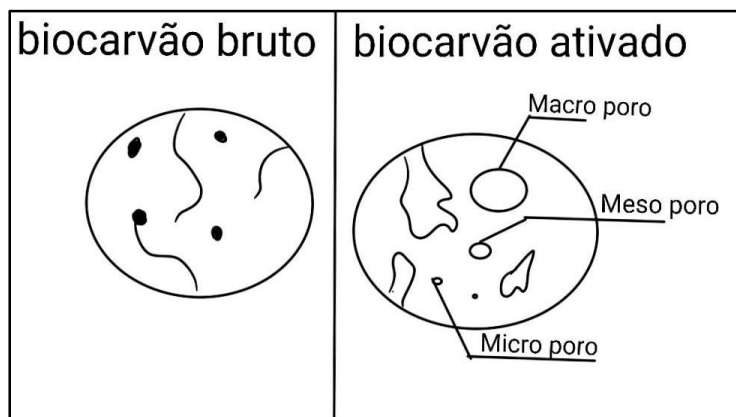
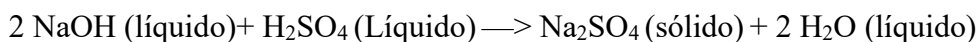


Figura 3. Corte esquemático da molécula de biocarvão bruto e biocarvão ativado. (Autoria própria)

Neutralização do biocarvão ativado

Visto que a etapa da ativação utiliza H_2SO_4 , foi necessário a neutralização do biocarvão ativado, pois o mesmo apresentou pH menor do que 7,0. Foi utilizado um kitassato de 1000 mL da marca, um funil de buchner de porcelana da marca, e uma bomba de vácuo da marca. O biocarvão foi colocado em dois papéis de filtro, e os mesmos foram posicionados no funil de buchner, uma solução de NaOH (Hidróxido de Sódio) 0,1M foi despejada no funil periodicamente, e a cada cinco seções de filtração foi medido o PH utilizando papel indicador. Após chegar ao PH 7 foram realizadas mais 10 seções de filtração com água mineral comum, com o objetivo de solubilizar o sal Na_2SO_4 (Sulfato de sódio) proveniente da reação de neutralização do H_2SO_4 presente no biocarvão com o NaOH:



Montagem do filtro para os testes

A fim de testar a qualidade do biocarvão ativado, foi montado um filtro em formato cilíndrico, utilizando pedra inerte, areia de quartzo, o biocarvão, e algodão hidrófilo com a finalidade de evitar perda de material do sistema em operação durante a filtração, como observado na Figura 4. O filtro foi feito de polietileno de alta densidade semi-transparente, com a seguinte composição de cada item:

Pedra inerte: 60,7 gramas

Areia de quartzo: 36,8 gramas

Carvão ativado: 4,3 gramas

Algodão hidrófilo: 6,5 gramas

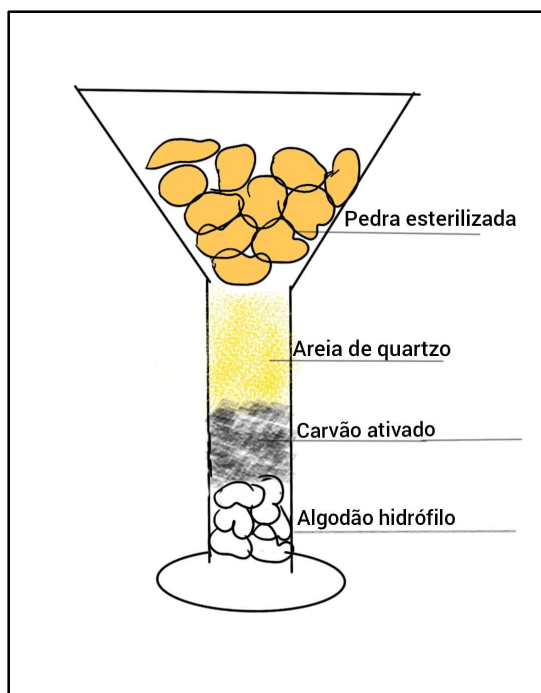


Figura 4. Esquema do filtro utilizado. (Autoria própria)

Procedimento de análise

O procedimento consistiu em uma análise química quantitativa e qualitativa por meio de comparação colorimétrica, utilizando o Kit Ecokit da empresa Alfakit® para análises de água, o kit continha a instrução e reagentes necessários para realizar análises de PH, Ortofosfato, Nitrato, Amônia, Nitrito, Nitrato, e análise microbiológica com o uso de uma mini-estufa presente no kit, enquanto a análise de turbidez foi realizada utilizando um turbidímetro digital TU430. Quatro tipos de amostras foram analisadas nos ensaios colorimétricos:

Amostra 1. Água bruta que não passou pelo filtro;

Amostra 2. Água que passou pelo filtro sem nenhum carvão ou biocarvão ativado;

Amostra 3. Água que passou pelo filtro com carvão ativado comercial;

Amostra 4. Água que passou pelo filtro com biocarvão ativado da casca de coco verde.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados dos ensaios de PH, Fosfato, Nitrato, Amônia, Nitrito, e análises microbiológicas montou-se a **Tabela 1**.

Tabela 1. Resultados obtidos nas análises de comparação colorimétricas, análise microbiológica e turbidímetro digital.

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4
PH	7	7	8	7
Fosfato	3,735 mg/L	3,735 mg/L	4,482 mg/L	4,482 mg/L
Nitrato	12,335 mg/L	12,335 mg/L	12,335 mg/L	1,0 mg/L
Amônia	0,25 mg/L	0,25 mg/L	0,10 mg/L	0,10 mg/L
Nitrito	0,0328 mg/L	0,0328 mg/L	0,0328 mg/L	0,01 mg/L
Turbidez	89 NTU	89 NTU	3,01 NTU	3,60 NTU
Análise microbiológica	Presente	Presente	Ausente	Ausente

A Amostra 4 e a Amostra 1 além das análises colorimétricas, também foram submetidas a ensaios físico-químicos de Nitrato e Fosfato no laboratório particular OCEANUS, localizado no Rio de Janeiro, a fim de ratificar os resultados obtidos nas análises colorimétricas, os resultados das análises encontram-se na Figura 6 e Figura 7.

RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA					
Físico-Químico					
Início dos Ensaios: 29/08/2023					
Parâmetros	Unidade	LD	LQ / Faixa	Fator de Diluição	Resultados
Nitrato (como N)	mg/L	0,015	0,05	---	0,37
Fosfato	mg/L	0,018	0,06	---	4,80

Figura 6. Resultado das análises físico-químicas do laboratório OCEANUS na Amostra 4.

RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA					
Físico-Químico					
Início dos Ensaios: 29/08/2023					
Parâmetros	Unidade	LD	LQ / Faixa	Fator de Diluição	Resultados
Fosfato	mg/L	0,018	0,06	---	4,43
Nitrato (como N)	mg/L	0,015	0,05	---	10,92

Figura 7. Resultado das análises físico-químicas do laboratório OCEANUS na Amostra 1.

Nota-se que tanto a Amostra 1 quanto a Amostra 2 apresentaram resultados idênticos nas análises de comparação colorimétricas, portanto a pedra, areia de quartzo e

o algodão não contribuíram efetivamente para a purificação da água. O carvão comercial ativado e o biocarvão ativado da casca de coco conseguiram reduzir em 60% a quantidade de amônia na água, neutralizaram os microorganismos indesejados, e atingiram, respectivamente, reduções de 97% e 96% nas análises de turbidez. Porém o carvão ativado comercial não foi capaz de retirar o Nitrato e consequentemente o Nitrito da água nas análises colorimétricas, enquanto o biocarvão ativado da casca de coco conseguiu reduzir a concentração de Nitrato em 97% e a concentração de Nitrito em 70%, fato esse que foi ratificado pelos ensaios físico-químicos analíticos feitos no laboratório OCEANUS demonstrados na Figura 6 e Figura 7.

De acordo com os parâmetros de qualidade da água para consumo humano estabelecidos pela portaria nº888 de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde, o limite estabelecido para a concentração de Nitrato em águas potáveis é 10,0 mg/L enquanto o limite máximo permitido de turbidez é de 5 unidades nefelométricas (NTU). Portanto a água bruta e a água filtrada pelo carvão ativado comercial não se apresentaram ideais para o consumo em relação a concentração de Nitrato, enquanto a água filtrada pelo biocarvão da casca de coco atingiu os índices mínimos tanto na concentração de Nitrato quanto na análise da turbidez. Importante observar que todas as amostras que passaram pelo filtro tiveram um aumento na concentração de Fosfato, ensaios posteriores determinaram que esse aumento de Fosfato na água foi causado pela dessorção do Fosfato presente na pedra utilizada no ensaio sendo transferida à água em análise quando de sua passagem pelo filtro.

CONCLUSÃO

Conclui-se então que o projeto alcançou seu objetivo com êxito. O biocarvão ativado da casca de coco conseguiu reduzir com eficácia o nível dos parâmetros analisados da água de poço artesiano e obteve os requisitos abaixo do mínimo necessário para ser própria ao consumo humano. Também ressalta-se que as análises contidas na Tabela 1 foram realizadas com um kit de análise de campo, ou seja, seus resultados não são exatos, porém conferem uma boa noção acerca da potabilidade da água analisada, e tendo como base os melhores resultados (concentração de Nitrato e turbidez da água) das análises utilizando o kit na Amostra 4, foram realizadas estas mesmas análises em

laboratório particular com equipamento especializados para cada tipo de composto e parâmetro, com isso conferindo confiabilidade aos resultados.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao IFRJ e a CNPQ que custearam e possibilitaram a realização do projeto.

REFERÊNCIAS

- Cabral, M.M.S.; Abud, A.K.S.; Rocha, M.S.R.S.; Almeida, R.M.R.G.; Gomes, M.A. Composição da fibra da casca de coco verde in natura e após pré-tratamentos químicos. *Engevista*, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, 99–108, jan. 2017. ISSN 2317-6717
- Hendges, C.; Schiller, A. da P.; Manfrin, J.; Carraro, T.; Schons, D.C.; Gonçalves Junior, A.C. Resíduos x agricultura: classificação, tratamento e destinação final ambientalmente adequada. *Scientia Agraria Paranaensis*, [S. l.], v. 18, n. 1, p. 1–8, 2019. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/20243>. Acesso em: 21 nov. 2023.
- Claudino, A. Preparação de carvão ativado a partir de turfa e sua utilização na remoção de poluentes. Universidade Federal de Santa Catarina programa de pós graduação em engenharia química, Florianópolis, 2003. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/86346>. Acesso em: 12 nov. 2023.
- Corradini, E., Rosa, M de F., Macedo, B.P. de, Paladin, P.D., Mattoso, L.H.C. Composição química, propriedades mecânicas e térmicas da fibra de frutos cultivares de coco verde. *Rev. Bras. Frutic.* v. 31, n. 3, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452009000300030>. Acesso em: 9 nov. 2023.
- Figueiredo, M.K.K.; Romeiro, G.A.; Damasceno, R.N. 2019. Low temperature conversion (LTC) of castor seeds—A study of the oil fraction (pyrolysis oil). Elsevier, Niterói, Rio de Janeiro.
- Fortini, R.M., Braga, M.J., Freitas, C.O. Impacto das práticas agrícolas conservacionistas na produtividade da terra e no lucro dos estabelecimentos agropecuários brasileiros. *Revista de Economia e Sociologia Rural*. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2020.199479>. Acesso em: 20 maio. 2024.
- Furlan, L. L., Filho, N.C., Consolin, M.F.B., Gonçalves, M.S., Valderrama, P., Genena, A.K. Uso de resíduos agrícolas e agroindustriais como adsorvente alternativos de manganês e ferro em sistema aquoso. *Revista Ambiental&Água*. v. 13, n. 2, Taubaté, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2181>. Acesso em: 20 maio. 2024.
- Krause, M.R., Monaco, P.A.V.L., Haddade, I.R., Meneghelli, L.M.A., Souza, T.D. *et al.* Aproveitamento de resíduos agrícolas na composição de substratos para produção de mudas de tomateiro. *Horticultura brasileira*, v. 35, n. 2, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-053620170224>. Acesso em: 21 maio. 2024.

- Nunes, M.U.C. Coco: Coprodutos. Embrapa Tabuleiros Costeiros. Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/coco/pos-producao/coprodutos>. Acesso em: 11 nov. 2023.
- Martins, C.R.; Jesus, L.A. Produção e comercialização de coco no Brasil frente ao comércio internacional: panorama 2014. Embrapa Tabuleiros Costeiros, 51 p. (Documentos/Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1517-1329; 184). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1014433>. Acesso em: 8 nov. 2023.
- Monique, K.K.F.D.; Gilberto, A.R. Low temperature conversion (LTC) of castor seeds—A study of the oil fraction(pyrolysis oil). Elsevier, Niterói, Rio de Janeiro, Abril. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2009.04.006>. Acesso em: 8 nov. 2023.
- Ponte, M.R., Gadelha, A.M.T., Machado, Y de L., Lopes, A.A.S., Malveira, J.Q., Lomonaco, D., Rios, M.A. de S. 2019. Blends de bagaço de cana-de-açúcar, podas de mangueira e cajueiro: caracterização das propriedades e investigação de seus potenciais energéticos. Revista Matéria, v. 24, n.02, Ceará, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1517-707620190002.0687>. Acesso em: 20 maio. 2024.
- PORTARIA GM/MS Nº888, DE 4 DE MAIO DE 2021 – MINISTÉRIO DA SAÚDE
Disponível em:
https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html
- Viola, E.; Mendes, V. 2022. Agricultura 4.0 e mudanças climáticas no Brasil. Ambiente & Sociedade. v. 31, São Paulo, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20200246r2vu2022L3AO>. Acesso em: 20 maio. 2024
- Trazzi, P.A., Higa, A.R., Dieckow, J., Mangrich, A.S., Higa, R.C.V. Biocarvão: realidade e potencial de uso no meio florestal. Ciência Florestal. v. 28, n. 2, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509832128>. Acesso em: 20 maio. 2023.