

# CARVÃO DO RESÍDUO DE PALMEIRAS (ARECACEAES) E DO OURIÇO DA CASTANHA DO BRASIL ATIVADO QUIMICAMENTE COM HIDRÓXIDO DE SÓDIO (NAOH) E SUA EFICIÊNCIA NA POTABILIDADE DE ÁGUA

---

## CHARCOAL FROM PALM WASTE (ARECACEAES) AND BRAZIL NUT FRUIT CHEMICALLY ACTIVATED WITH SODIUM HYDROXIDE (NAOH) AND ITS EFFICIENCY IN WATER POTABILITY

**Braulio Crisanto Carvalho da Cruz**

Graduação em Zootecnia pela UESB

Mestrado em Produção Animal pela UESB

Doutorado em Produção de Ruminantes pela UESB

Professor do IFRR/*Campus* Novo Paraíso

[braulio.cruz@ifrr.edu.br](mailto:braulio.cruz@ifrr.edu.br)

**Euricos da Silva Miranda**

Discente do curso Técnico em Agroindústria do IFRR/*Campus* Novo Paraíso

### RESUMO

Na região sul de Roraima, principalmente nas áreas rurais, a água que chega às torneiras é proveniente de poços do tipo cisterna e de rios. Essa água, muitas vezes, não sofre nenhum tratamento físico, químico ou biológico, podendo acarretar uma série de problemas à saúde da população. O carvão ativado de resíduos de palmeiras e do ouriço da castanha-do-brasil é uma alternativa de baixo custo para a produção de filtros com alta eficiência no sequestro de substâncias indesejáveis da água. O presente estudo teve como objetivo avaliar as características físico-químicas de carvão ativado de diferentes resíduos de palmeiras (caroço de açaí e caroço de tucumã) e do ouriço da castanha-do-brasil e sua eficiência no tratamento da água. Foi possível observar que, nos tratamentos realizados, o caroço de açaí apresentou maior eficiência na remoção de substâncias químicas da água e que, portanto, pode ser utilizado, após a queima e a ativação, como elemento filtrante da água .

### PALAVRAS-CHAVE:

Carvão. Filtro. Água.

## **ABSTRACT**

*In the southern region of Roraima, mainly in rural areas, the water that reaches the taps comes from cistern wells and rivers, this water is often not subjected to any physical, chemical or biological treatment, and can cause a series of health problems for the population. Activated charcoal from palm waste and Brazil nut fruit is a low-cost alternative to producing filters with high efficiency in the removal of undesirable substances from water. The objective of this study was to evaluate the physical and chemical characteristics of activated carbon from different palm waste (açai stone and Tucumã kernel) and Brazil nut fruit and its efficiency in water treatment. The açai stone presented a higher efficiency in the removal of chemical substances from the water and therefore, it can be used, after burning and activation, as a water filtering element.*

## **KEYWORDS:**

*Charcoal. Filter. Water.*

## **INTRODUÇÃO**

Estima-se que 2,4 bilhões de pessoas ainda não têm acesso a serviços de saneamento básico e água potável (WORD HEALTH ORGANIZATION, 2015). Doenças decorrentes da ingestão de agentes patógenos na água contaminada têm grande impacto na saúde mundial (CHAN et al., 2009). O grupo que apresenta maior risco são bebês, crianças pequenas, pessoas debilitadas ou em condições de insalubridade, doentes e idosos. Na medida do possível, as fontes de água devem ser protegidas da contaminação por dejetos humanos e animais, que podem conter uma variedade de bactérias, vírus, protozoários e helmintos (WÉRY et al., 2008). No entanto, quando não se consegue proteger a água de agentes contaminantes, vários processos de tratamento podem ser realizados, como a coagulação, a decantação, a filtração e a desinfecção. Entre os desinfectantes usuais, o cloro é o mais utilizado para eliminação de microrganismos.

O cloro, quando adicionado à água, se transforma em íon hipoclorito, conferindo-lhe sabor indesejável, portanto deve ser removido para elevar a potabilidade dela. Uma das maneiras de retirar o cloro da água

Carvão do Resíduo de Palmeiras (Arecaceae) e do Ouriço da Castanha do Brasil Ativado Quimicamente com Hidróxido de Sódio (Naoh) e sua Eficiência na Potabilidade de Água é usar filtros com carvão ativado, visto que têm tendência de adsorção em geral, sequestrando o cloro.

O carvão ativado, em sentido mais amplo, é um termo que inclui vasta gama de materiais carbonosos amorfos que apresentam um elevado grau de porosidade e extensa área superficial. Por ter essas propriedades de superfície, o carvão ativado tem sido vastamente utilizado em esquemas de purificação da água (ROOP CHAND BANSAL, 1988). Fisicamente, esse tipo de carvão se liga a outros materiais por força de Van der Waals, especificamente forças de dispersão de London. A qualidade do carvão ativado depende basicamente da matéria-prima e dos processos de carbonização e ativação (ZHANG et al., 2013). Assim, sua ação elimina contaminantes que modificam a cor, o odor e o sabor natural da água, removendo substâncias orgânicas.

Fernandes et al. (2012), analisando o carvão do caroço de açaí ativado quimicamente, observaram que o carvão ativado apresentou eficiência igual e, em algumas análises, superior à do carvão ativado industrialmente, salientando que o carvão produzido apresenta vantagens no que diz respeito ao baixo custo em sua preparação.

Diversas pesquisas são realizadas com o objetivo de utilizar ampla gama de adsorventes como fonte alternativa no tratamento de águas residuárias, tendo a finalidade de minimizar, ao máximo permissível, a concentração de íons indesejáveis no ambiente aquático (KAIKAKE et al. 2007). Essas pesquisas têm comprovado ser ambientalmente viável o uso de outros resíduos de biomassa, tais como caroço de açaí, caroço de buriti, casca de coco e casca de castanha-do-pará, entre outros (NUNES et al. 2009).

Desse modo, o objetivo do presente trabalho foi avaliar as características físico-químicas de carvão ativado de diferentes resíduos de palmeiras (caroço de açaí e caroço de tucumã) e do ouriço da castanha-do-brasil.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado no laboratório de sementes do Instituto Federal de Roraima/Campus Novo Paraíso. As matérias-primas (resíduos de Arecaceae e ouriço da castanha-do-brasil) foram adquiridas em propriedades rurais da região sul de Roraima.

Antecedendo a ativação e a pirólise, o material foi secado em estufa de circulação de ar regulada a 55°C, durante setenta e duas horas. Em seguida, realizou-se a ativação do material utilizando reagentes químicos (ácido fosfórico e hidróxido de sódio) e, posteriormente, foi realizada a etapa de carbonização utilizando um forno mufla a 900°C, durante uma hora, e de modelagem utilizando uma prensa manual.

Os tratamentos avaliados foram os seguintes:

**Tratamento 1:** Filtro físico (apenas com tela de aço)

**Tratamento 2:** Carvão ativado do caroço de açaí

**Tratamento 3:** Carvão ativado do caroço de tucumã

**Tratamento 4:** Carvão ativado do ouriço da castanha-do-brasil

### **Caracterização Química dos Carvões**

Para as análises de cloro total, cloro livre e magnésio, utilizou-se um fotômetro multiparâmetro da marca Hanna. Após a filtragem da solução padrão em circuito fechado, procedeu-se à leitura das amostras em quatro repetições para cada análise. A solução teste para essas análises foi preparada com água destilada e 2,60 mg/L de cloro ativo.

### **Caracterização Físico-Química dos Carvões**

Para as análises de pH, cinzas e umidade, utilizou-se a metodologia para análises de água e efluente líquido industrial descrita no Standard for the Examination of Water and Wasterwater.

### **Determinação do Teor de Materiais Voláteis**

Para a análise do teor de materiais voláteis, as amostras foram queimadas em um forno mufla a 600°C por três horas para calcinação. Em

Carvão do Resíduo de Palmeiras (Arecaceae) e do Ouriço da Castanha do Brasil Ativado Quimicamente com Hidróxido de Sódio (Naoh) e sua Eficiência na Potabilidade de Água seguida, os cadinhos foram retirados do forno e colocados em um dessecador para esfriarem e pesados para determinação da massa final.

O teor de materiais voláteis foi determinado segundo a Equação 2:

$$MV = \frac{m_2 - m_3}{m} * 100 \quad \text{Equação 2 (NBR 8112/86).}$$

Onde:

MV= teor de materiais voláteis em %;

M2 = massa inicial do cadinho + amostra do carvão em g;

M3 = massa final do cadinho + amostra do carvão em g;

M4 = massa da amostra do carvão em g.

### **Determinação do Teor de Carbono Fixo**

O teor de carbono fixo, por ser uma medida indireta, foi determinado conforme a Equação 4:

$$CF = 100 - (CZ + MV) \quad \text{Equação 4 (NBR 8112/86).}$$

CF = teor de carbono fixo em %;

CZ = teor de cinza em %;

MV = teor de materiais voláteis em %.

### **Análise Estatística**

Os dados foram submetidos a análises de variância considerando os quatro tratamentos e as cinco repetições no delineamento inteiramente casualizado. Quando significativo, foram submetidos ao teste Tukey a uma probabilidade de erro de 5%, por meio do programa Statistica – Stat Soft versão 7.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados das análises químicas estão apresentados na tabela 01. Em cada amostra, foram realizadas as análises de cloro total e magnésio (Mg<sup>2+</sup>). A primeira amostra refere-se ao tratamento controle (trat. 1), que apresenta um teor de cloro total, pH e magnésio de 2,60 mg/L e 5 mg/L, respectivamente. Nota-se que os tratamentos não influenciaram a

concentração de magnésio ( $Mg^{2+}$ ) na água após o processo de filtragem, apresentando um valor médio entre os tratamentos de 4,95 mg/L.

O tratamento 2 refere-se ao carvão da casca do açaí. Comparado aos demais, esse tratamento foi o que proporcionou um maior sequestro do cloro total da água. No entanto, o uso de carvão ativado de açaí, neste trabalho, influenciou negativamente a cor da água, deixando-a turva.

**Tabela 1.** Análise química da água após filtragem por carvão ativado.

Tratamentos	Análises	
	Cloro Total	Magnésio
<b>Trat. 1 (controle)</b>	2,60 mg/L a	5 mg/L a
<b>Trat. 2</b>	0,90 mg/L b	4,8 mg/L a
<b>Trat. 3</b>	2,46 mg/L a	5 mg/L a
<b>Trat. 4</b>	2,60 mg/L a	5 mg/L a

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Trat. 1: apenas filtragem física; trat 2: carvão ativado do caroço de açaí; trat. 3: carvão ativado do caroço de tucumã; trat. 4: carvão ativado do ouriço da castanha-do-brasil.

O carvão ativado é um material carbono de alta porosidade e com alta área superficial interna. Essas características lhe oferecem a propriedade de alta adsorção. Segundo Fernandes (2010), as características mais importantes dos carvões ativados são área superficial, estrutura dos poros, propriedades eletroforéticas e acidez superficial, que dependem da fonte do carvão ativado e dos métodos de ativação.

O tratamento 3 (carvão ativado do caroço de tucumã) não apresentou um resultado positivo para o sequestro de cloro total (2,46 mg/L). A possível justificativa é que o tempo de ativação, de vinte e quatro horas, não foi suficiente para modificar a porosidade do carvão da casca de tucumã, que apresenta uma dureza maior que a do caroço de açaí.

A carbonização consiste na pirólise do material precursor na ausência de ar à temperatura superior a 800°C. Nessa etapa, são removidos os compostos voláteis e os gases leves como CO, H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>. Além disso, é produzida uma massa de carbono fixo e uma estrutura porosa

Carvão do Resíduo de Palmeiras (Arecaceas) e do Ouriço da Castanha do Brasil Ativado Quimicamente com Hidróxido de Sódio (Naoh) e sua Eficiência na Potabilidade de Água primária que, posteriormente, irá à ativação. A taxa de aquecimento, o fluxo de gás de arraste e a natureza de matéria-prima são parâmetros importantes que irão determinar a qualidade e o rendimento do carvão ativado (CUBAS, 2010).

Ainda na tabela 01, é possível observar que o tratamento 4 (carvão do ouriço da castanha-do-brasil), similar ao tratamento 3 (carvão do caroço de tucumã), não apresentou resultados satisfatórios no sequestro do cloro da água. Comparado aos outros, esse tratamento foi o que menos influenciou na coloração da água, sendo esse ponto favorável à adoção dele.

Na tabela 02, são observados os valores de pH, densidade, cinzas, material volátil e carbono fixo dos tratamentos estudados. Nota-se que os diferentes carvões influenciaram o potencial hidrogeniônico e que essa alteração muito possivelmente se deva aos resíduos do hidróxido de sódio na amostra original.

**Tabela 02.** Análise de pH da água após filtragem físico-química dos carvões.

Análises	Tratamentos			
	Trat. 1 (controle)	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4
<b>Ph</b>	6,88b	8,55b	7,10b	11,0a
<b>Densidade</b>	-	1,20a	1,13a	1,23a
<b>Cinzas</b>	-	2,32b	2,65b	2,91a
<b>Umidade</b>	-	3,50a	3,74a	3,67a
<b>Material Volátil</b>	-	8,21a	7,98a	8,87a
<b>Carbono Fixo</b>	-	59,8a	57,6a	63,7a

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

CV: coeficiente de variação. Trat. 1: apenas filtragem física; trat. 2: carvão ativado do caroço de açaí; trat. 3: carvão ativado do caroço de tucumã; trat. 4: carvão ativado do ouriço da castanha- do-brasil.

Não houve diferença entre os tratamentos para a densidade e a umidade, com valores médios de 1,18 e 3,63, na ordem citada. O material volátil e o carbono fixo também não variaram, apresentando valores médios de 8,21; 7,98; 8,87 e 59,8; 57,6; 63,7, respectivamente, entre os tratamentos

e as análises. Por sua vez, o teor de cinzas sofreu influência entre os tratamentos: o carvão do ouriço da castanha apresentou um teor maior dessa substância.

Com base nos resultados apresentados na tabela acima, verifica-se que o carvão produzido a partir do ouriço da castanha-do-brasil tem propriedades químicas bastante aproximadas de carvão de madeira, quando comparadas com os dados obtidos por Silva et al. (2007). Esse autor, analisando a carbonização de três espécies de madeira, encontrou teor de cinzas variando de 1,5% a 2,3% e teor de materiais voláteis variando de 16,2% a 24,4 %; o carbono fixo variou de 62% a 74,49%.

## **CONCLUSÃO**

Os resultados da preparação de carvão ativado do caroço de açaí, do caroço do tucumã e do ouriço da castanha-do-brasil, após pirólise, mostraram-se positivos em diversos pontos. No entanto, nos tratamentos estudados, o carvão do caroço de açaí mostrou-se eficiente no sequestro do cloro da água, porém, em virtude da baixa espessura, influenciou, de forma negativa, a cor da água, dando-lhe um aspecto de sujidade.

## **REFERÊNCIAS**

CHAN, Y.J., CHONG, M.F., LAW, C.L., HASSEL, D.G. A review on anaerobic-aerobic treatment of industrial and municipal wastewater. **Chemical Engineering Journal**, v. 155, n. 1-2, p. 1-18, 2009.

CUBAS, K.G. **Avaliação do desempenho de carvões ativos usados na remoção de composto orgânicos de água naturais proveniente de cianobactérias e suas toxinas**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba-PR. 2010. Disponível em: <<http://www.rbciamb.com.br>> Acesso em: 5 de março de 2012.

FERNANDES, K.D.A.N. **Uso de carvão ativado de endocarpo de coco no tratamento de água**. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, 2010. Disponível em: <<http://www.pucrs.com.br>> Acesso em: 8 de março de 2012.



Carvão do Resíduo de Palmeiras (Arecaceae) e do Ouriço da Castanha do Brasil Ativado Quimicamente com Hidróxido de Sódio (Naoh) e sua Eficiência na Potabilidade de Água

FERNANDES, K.D.A.N. **Uso de carvão ativado de endocarpo de coco no tratamento de água**. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, 2010. Disponível em: <<http://www.pucrs.com.br>> Acesso em: 8 de março de 2012.

KAIKAKE, K.; HOAKI, K.; SUNADA, H.; DHAKAL, R.P.; BABA, Y. Removal characteristics of metal ions using degreased coffee beans: Adsorption equilibrium of cadmium (II). **Bioresource Technology**, v. 98, p. 2787-2791, 2007.

NUNES, A.A.; FRANÇA, A.S.; OLIVEIRA, L.S. Activated carbons from waste biomass: An alternative use for biodiesel production solid residues. **Bioresource Technology**, v. 100, n. 5, p. 1705-1884, 2009.

Roop Chand Bansal. Fritz Stoeckli Active Carbon (1988).

SILVA, M.G.; NUMAZAWA, S.; ARAUJO, M.M.; NAGAISHI, T.Y.R.; GALVÃO, G.R.. Carvão de resíduos de indústria madeireira de três espécies florestais exploradas no município de Paragominas, PA. **Acta Amazônica**, v. 37, n. 1, p. 61 – 70, 2007.

APHA - American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. American public health association, 1992.

WÉRY, N., LHOUTELLIER, C., DUCRAY, F., DELGENÉS, J.P. GODON, J.J. Behavior of pathogenic and indicator bacteria during urban wastewater treatment and sludge composting, as revealed by quantitative PCR. **Water Research**, v. 42, n. 1-2, p. 53-62, 2008

World Health Organization. **Implementation of the Global Strategy for health for All by the 2000**. Geneva, 1993.

ZHANG, D.Y.; LI, W.G.; GONG, H.N.; ZHANG, L.; GONG, X.J.; LIU, B.Y. Evaluation of long term stability of seeded bacteria in a bio-enhanced activated carbon filter used for treating drinking water. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 85, p. 701-708, 2013.