

# Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 4

Alan Mario Zuffo  
(Organizador)



Alan Mario Zuffo

(Organizador)

# Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 4

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Karine de Lima

Revisão: Os autores

### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E57 Engenharia sanitária e ambiental [recurso eletrônico]: tecnologias para a sustentabilidade 4 / Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Engenharia Sanitária e Ambiental; v. 4)

Formato: PDF

Requisitos do sistema: Adobe Acrobat Reader.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-252-4

DOI 10.22533/at.ed.524191104

1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária.  
3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario.

CDD 628

Elaborado por Maurício Amormino Júnior I CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “Engenharia Sanitária e Ambiental Tecnologias para a Sustentabilidade” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu IV volume, apresenta, em seus 19 capítulos, os conhecimentos tecnológicos da engenharia sanitária e ambiental.

As Ciências estão globalizadas, englobam, atualmente, diversos campos em termos de pesquisas tecnológicas. Com o crescimento populacional e a demanda por alimentos tem contribuído para o aumento da poluição, por meio de problemas como assoreamento, drenagem, erosão e, a contaminação das águas pelos defensivos agrícolas. Tais fatos, podem ser minimizados por meio de estudos e tecnologias que visem acompanhar as alterações do meio ambiente pela ação antrópica. Portanto, para garantir a sustentabilidade do planeta é imprescindível o cuidado com o meio ambiente.

Este volume dedicado à diversas áreas de conhecimento trazem artigos alinhados com a Engenharia Sanitária e Ambiental Tecnologias para a Sustentabilidade. A sustentabilidade do planeta é possível devido o aprimoramento constante, com base em novos conhecimentos científicos.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos, os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a Engenharia Sanitária e Ambiental, assim, garantir perspectivas de solução de problemas de poluição dos solos, rios, entre outros e, assim garantir para as atuais e futuras gerações a sustentabilidade.

Alan Mario Zuffo

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
O BANHEIRO SECO COMO MEDIDA MITIGADORA PARA O CONTROLE DE DOENÇAS ASSOCIADAS À FALTA DE SANEAMENTO EM CACHOEIRA DO ARARI, SALVATERRA E SOURE, NA ILHA DO MARAJÓ-PA	
Fernando Felipe Soares Almeida Aline Martinho Trindade Ferreira Evelyn Wagemacher Cunha Gabriel Almeida Silva Larissa Delfino Santana Rocha Loreno da Costa Francez	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5241911041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>19</b>
PESQUISA DA QUALIDADE HIGIÊNICO-SANITÁRIA DE ÁGUA DE CULTIVOS E PEIXES PROVENIENTES DE 10 PESQUE-PAGUES LOCALIZADOS NO RECÔNCAVO BAIANO	
Adriana Santos Silva Danuza das Virgens Lima Daniela Simões Velame Crisnanda da Silva e Silva Ludmilla Santana Soares e Barros	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5241911042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>28</b>
PESQUISA PARTICIPATIVA SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BAIRRO SÁ VIANA, SÃO LUÍS, MA, BRASIL	
Letícia Fernanda Brito Moraes Juliana de Faria Lima Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5241911043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>37</b>
PROPOSTA DE ALTERNATIVA PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS ORIUNDAS DO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DO SETOR BÁSICO DA UFPA/BELÉM	
Adenilson Campos Diniz André Luiz da Silva Salgado Coelho Hélio da Silva Almeida Amanda Queiroz Mitozo Yuri Bahia de Vasconcelos Neyson Martins Mendonça	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5241911044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>51</b>
PROPOSTA PARA O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NAS ETAPAS DE CORTE E PLAINAGEM DO SETOR MOVELEIRO QUE UTILIZA MDF NO MUNICÍPIO DE MARABÁ – PA	
Elysson Filipe de Sousa Silva Raíza Pereira Bandeira Antônio Pereira Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5241911045</b>	

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>77</b>
QUANTIFICAÇÃO DO DESPERDÍCIO DE ÁGUA POTÁVEL NO PROCESSO DE DESTILAÇÃO E ALTERNATIVAS DE REUSO	
Mariane Santana Silva Jaira Michele Santana Silva Micaelle Almeida Santos Joseane Oliveira da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5241911046</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>84</b>
QUANTUM DOTS FROM RENEWABLE PRECURSORS INCORPORATED AT ZINC OXIDE BY SONOCHEMICAL METHOD FOR PHOTOCATALYTIC PROPERTIES	
Mayara Feliciano Gomes Yara Feliciano Gomes André Luis Lopes Moriyama Eduardo Lins de Barros Neto Carlson Pereira de Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5241911047</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>100</b>
REGIONALIZAÇÃO DE CURVA DE PERMANÊNCIA DE VAZÃO PARA A SUB- BACIA DO RIO MADEIRA	
Letícia dos Santos Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5241911048</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>114</b>
REÚSO DE ÁGUA EM EMPREENDIMENTOS DE LAVAGEM DE VEÍCULOS	
Antonio de Freitas Coelho Ailton Braz da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5241911049</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>126</b>
SANEAMENTO: INTERFERÊNCIA NA SAÚDE PÚBLICA E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO	
Francisco Das Chagas Sa Cabedo Junior; Keven Barbosa da Silva Cunha; Anderson Luiz da Silva Aguiar Francisco Daniel Nunes Araújo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52419110410</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>135</b>
TiO <sub>2</sub> SUPORTADO EM VIDRO COMO FOTOCATALISADOR PARA DEGRADAÇÃO DE LARANJADO DE METILA	
Siara Silvestri Fernanda C. Drumm Patrícia Grassi Jivago S. de Oliveira Edson L. Foletto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52419110411</b>	



<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>145</b>
USO DA ÁGUA DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO NO CAMPUS PARALELA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO JORGE AMADO – UNIJORGE	
Alex dos Santos Queiroz Laís Lage dos Santos José Arthur Matos Carneiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52419110412</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>151</b>
USO DE RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA NA REMOÇÃO DO CORANTE VIOLETA	
Jordana Georjin Paola Rosiane Teixeira Hernandes Letícia de Fátima Cabral de Miranda Daniel Allasia Guilherme Luiz Dotto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52419110413</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>158</b>
UTILIZAÇÃO DA ÁGUA DA MÁQUINA DE LAVAR ROUPA PARA IRRIGAÇÃO DE GRAMA	
Lucas Oliveira de Souza Sandra Zago Falone	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52419110414</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>169</b>
UTILIZAÇÃO DE POLÍMEROS CATIONICOS ORGÂNICOS NO TRATAMENTO DA ÁGUA: AVALIAÇÃO DO POTENCIAL TANÍFERO DE PLANTAS DO SEMIÁRIDO BAIANO	
Thailany de Almeida Magalhães Aura Lacerda Crepaldi Yuji Nascimento Watanabe Floricea Magalhães Araújo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52419110415</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>179</b>
UTILIZAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA PARA IDENTIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS PRESENTES EM CINCO PONTOS DO RIO BUCANHA LOCALIZADO NA CIDADE DE TRACUATEUA, NORDESTE PARAENSE	
Renata Conceição Silveira Sousa Sávio Costa de Carvalho Mauro André Damasceno de Melo Cristovam Guerreiro Diniz	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52419110416</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>186</b>
UTILIZAÇÃO DO CAROÇO DE AÇAÍ COMO LEITO FILTRANTE NO TRATAMENTO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO E RESIDUÁRIA	
Letícia dos Santos Costa Rui Guilherme Cavaleiro de Macedo Alves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52419110417</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>199</b>
VARIABILIDADE DA INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA DO MUNICÍPIO DE MARABÁ-PARÁ	
Jakeline Oliveira Evangelista Samira Alves Silva	

Phaloma Aparecida  
Tathiane Santos da Silva  
Glauber Epifânio Loureiro

**DOI 10.22533/at.ed.52419110418**

**CAPÍTULO 19 ..... 209**

WETLAND CONSTRUÍDO DE FLUXO SUBSUPERFICIAL NO TRATAMENTO DE RESÍDUOS  
LÍQUIDOS DE BOVINOCULTURA DE LEITE

Kiane Cristina Leal Visconcin

Henrique Moreira Dutra

Liniker Rafael Rodrigues

Edu Max da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.52419110419**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 214**



## UTILIZAÇÃO DO CAROÇO DE AÇAÍ COMO LEITO FILTRANTE NO TRATAMENTO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO E RESIDUÁRIA

**Letícia dos Santos Costa**

Instituto Federal do Pará

Belém – Pará

**Rui Guilherme Cavaleiro de Macedo Alves**

Universidade Federal do Pará

Belém – Pará

**RESUMO:** A pesquisa consistiu em transformar os resíduos gerados pelo despulpamento do fruto do açaí em um carvão alternativo para ser utilizado como leito filtrante no processo de tratamento de água de abastecimento e água residuária, conferindo a esse resíduo valor agregado e uma destinação final adequada. O trabalho foi desenvolvido em 4 etapas, primeiramente foi feita a coleta e a preparação dos caroços, para posterior caracterização do carvão alternativo, montagem dos filtros e verificação qualidade da água e do esgoto tratado. O monitoramento dos filtros com leito filtrante de caroço de açaí calcinado apresentou bom desempenho, principalmente, no processo de retenção de sólidos suspensos e remoção da matéria orgânica representado pela DQO. Para o tratamento de água, o caroço de açaí calcinado deve ser utilizado na composição do leito filtrante, barateando o processo e aumentando a sua eficiência. O tempo de contato de 48hs foi o mais eficiente para a filtração alternativa por

ter conseguido promover reduções significativas em algumas das variáveis estudadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Caroço de açaí, carvão alternativo, filtração alternativa.

**ABSTRACT:** The research consisted in transforming the waste generated by the pulping of the açaí fruit into an alternative coal to be used as a filter bed in the process of treatment of water supply and wastewater, giving this waste an added value and an adequate final destination. The work was developed in 4 stages, first the collection and the preparation of the cores, for later characterization of the alternative coal, assembly of the filters and quality check of the water and treated sewage. The monitoring of the filters with calcined açaí stone filter bed showed good performance, mainly in the process of retention of suspended solids and removal of the organic matter represented by the COD. For the treatment of water, the calcined açaí stone should be used in the composition of the filter bed, reducing the process and increasing its efficiency. The contact time of 48 hours was the most efficient for alternative filtration because it managed to promote significant reductions in some of the studied variables.

**KEYWORDS:** acai, alternate coal, alternative filtration.

## 1 | INTRODUÇÃO

Muitas das atividades econômicas geram uma quantidade elevada de resíduos de diferentes origens, que independente da intensidade e propriedades físico-química, acarreta alteração no meio e necessitam de destinação e tratamento apropriado (MACEDO *et al.*, 2006; HAMEED, 2009).

A agroindústria produz ao longo de sua cadeia uma grande quantidade de resíduos, o que gera perda de divisas, além de inúmeros problemas ambientais. No entanto, é desejável o aproveitamento integral desses resíduos como matéria-prima para a formulação subprodutos, tais como a produção de carvão ativado, a partir dos resíduos gerados pelo processo agroindustrial do açaí. A utilização de outras biomassas naturais como aditivos ou reforços para produtos poliméricos vem aumentado significativamente, devido a fatores como o alto preço das fibras sintéticas e do carvão ativado comercial e à busca crescente por materiais de baixo custo e que sejam provenientes de fontes renováveis, possuam boas propriedades mecânicas e térmicas, e não causem danos ambientais.

De acordo com Queiroz e Melem Júnior (2008), o açaizeiro se destaca frente às outras da região Norte do Brasil por sua importância econômica, social e cultural, onde o Estado do Pará se destaca como o maior produtor e consumidor. Seu grande potencial sócio-econômico está baseado na exploração do fruto e do palmito, porém a utilização da palmeira do açaí é integral. As folhas são usadas para cobertura de casas, alimentação verde para animais e fabricação de papel; a madeira é usada em construções rústicas; as fibras das folhas são usadas para tecer chapéus, esteiras e cestas utilizadas como medida-padrão no transporte e comércio da fruta; os cachos secos são aproveitados como vassouras (SILVA & ALMEIDA, 2004).

São comercializadas cerca de 800.000 toneladas de frutos de açaí por ano, sendo que cerca de 90% deste volume corresponde aos resíduos gerados após o processamento agroindustrial do fruto (SAGRI, 2012).

Esses resíduos são constituídos basicamente do caroço e de fibras. Apesar de ser uma fonte de material lignocelulósico renovável, esse resíduo representa, atualmente, um grave problema de limpeza pública devido a grande quantidade de resíduo gerado (ROGEZ, 2000; RODRIGUES *et al.*, 2006). Os caroços são amontoados em locais inadequados tais como sarjetas e calçadas, sem nenhum tipo de aproveitamento previsto, sendo normalmente considerado “lixo”.

Diferentes métodos têm sido investigados para a utilização do resíduo da agroindústria do açaí, como a sua utilização para geração de energia (REIS *et al.*, 2002; RODRIGUES *et al.*, 2002), para produção de adubo (TEIXEIRA *et al.*, 2004) e para extração de antioxidante. Entretanto, sua caracterização física e química, e a forma para sua reutilização ainda não foram bem definidas.

Para minimizar o desperdício, uma alternativa proposta é a produção de um carvão alternativo a partir do produto residual coletado, sendo utilizado como leito

filtrante para o tratamento de água de abastecimento e residuária, conferindo a esse resíduo valor agregado e uma destinação final adequada.

O carvão ativado é um material poroso de origem natural, é importante devido as suas propriedades adsorptivas, capazes de reterem substâncias contaminantes no processo de purificação de água. Esse tipo de carvão é considerado o melhor e mais estável adsorvedor de líquidos e gases (HAMEED, 2009).

Entretanto, a utilização do carvão ativado comercial no tratamento de água de abastecimento é o material mais caro utilizado na filtração. E por esse motivo há uma busca por carvão ativado a partir de produtos alternativos como os resíduos da casca do coco, o ouriço da castanha do Pará, a casca do cupuaçu e o caroço de açaí, dentre outros. Já foram realizados alguns trabalhos utilizando produtos alternativos para a obtenção de carvão ativado, obtendo resultados satisfatórios nas pesquisas.

Nesse sentido, o aproveitamento do caroço de açaí como leito filtrante em um filtro para tratamento de água e esgoto daria uma destinação final conveniente, bem como, fecharia o ciclo de vida do produto de maneira sustentável e ambientalmente correta.

## **2 | OBJETIVO**

O objetivo principal deste trabalho consistiu em transformar os resíduos gerados pelo despulpamento do fruto do açaí em um carvão alternativo para ser utilizado como leito filtrante no processo de tratamento de água de abastecimento e água residuária, conferindo a esse resíduo valor agregado e uma destinação final adequada. Os objetivos específicos foram três, os quais viabilizaram o objetivo geral, são eles: Caracterizar as propriedades físicas e químicas do caroço de açaí e definir uma rotina de produção do carvão alternativo a partir da queima do caroço de açaí; Avaliar dois filtros pilotos de tubo PVC, um alimentado com água bruta e outro com esgoto tratado, utilizando o caroço de açaí calcinado como leito filtrante e realizar análises físico-químicas da água e do esgoto comparando resultados com as Normas estabelecidas; Avaliar mediante testes de hipótese se as características físico-químicas geradas para água e esgoto após passagem pelo filtro alternativo nos tempos de contato de 24hs e 48hs são equivalentes ou não.

## **3 | METODOLOGIA**

### **3.1 Caracterização do Sistema Experimental**

A pesquisa foi desenvolvida em um sistema experimental piloto, constituído de duas colunas de tubos de PVC, linha esgoto, DN100 mm, com leito filtrante alternativo, um para o tratamento de águas de abastecimento e outro para pós-tratamento de

esgoto, ambos com 1,0 m de altura. Utilizou-se apenas uma única camada de leito filtrante de 30 cm de carvão alternativo oriundo da calcinação do caroço de açaí.

Para alimentação dos filtros, foram necessários 5,0 L de água bruta (AB), obtidos na entrada da Estação de Tratamento de Água - ETA Bolonha, em Belém-Pa e 5,0 L de esgoto tratado (ET) obtidos na saída da Estação de Tratamento de Esgoto - ETE da Vila da Barca, em Belém-Pa. Após a coleta, as amostras eram levadas para o Laboratório Multiusuário de Tratabilidade de Águas (LAMAG), localizado na Universidade Federal do Pará. Cada filtro era abastecido com 4,0 L de amostra, reservando uma alíquota de 1,0 L de água bruta e esgoto, para serem realizadas as análises das variáveis físico-químicas, para posterior comparação com dados encontrados. As variáveis da pesquisa foram analisadas 2 vezes por semana (3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> feira). O tempo de contato da amostra de água e esgoto no filtro alternativo foi de 24hs e 48hs. A Figura 1, mostra o desenho esquemático e a fotografia do filtro construído.

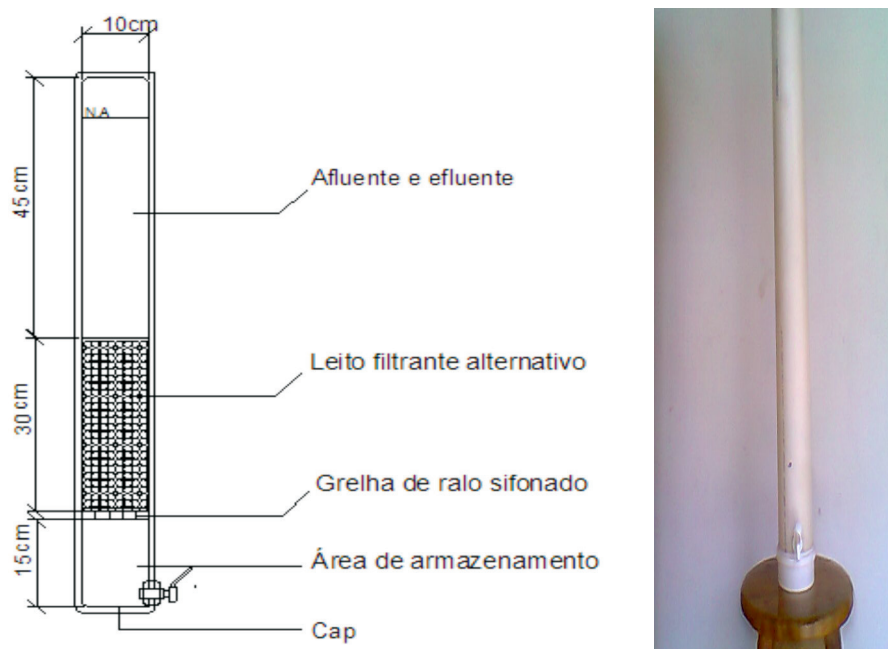


Figura 1: Desenho esquemático e fotografia do filtro construído.

Fonte: Autores, 2018.

### 3.2 Coleta e Preparação dos Caroços

A fim de reproduzir a realidade da população ribeirinha paraense, principal foco como beneficiário da possível utilização do leito filtrante alternativo, os caroços de açaí foram coletados em vários pontos de venda da polpa do produto na cidade de Belém. Em seguida as amostras foram submetidas a uma lavagem por 10 minutos somente com água corrente, onde foram retirados os resíduos provenientes do despulpamento do fruto e posteriormente foram expostas ao sol, por aproximadamente 6 horas, com o objetivo de obter uma secagem efetiva da biomassa. Os caroços de açaí foram calcinados em um forno rústico de simples construção composto por tijolos e telhas

cerâmicas, no qual 1,0kg de caroços eram queimados por aproximadamente 30 minutos em fogo alto até a percepção visual de que o material estivesse sido totalmente calcinado. Posteriormente, com os caroços já transformados em carvão fez-se uma segunda lavagem de 15 minutos com água corrente, para a retirada das cinzas da superfície dos caroços. Após todo o processo o material obtido foi submetido a uma nova pesagem e armazenados em vasilhas plásticas.

### 3.3 Caracterização física e química do carvão alternativo

Os ensaios realizados com o carvão alternativo tiveram como objetivo de conhecimento e investigação das características texturais e morfológicas do carvão utilizado, assim como buscar relações que permitam explicar o desempenho resultante na aplicação desse adsorvente no tratamento de água e esgoto. As metodologias utilizadas para obtenção do teor de umidade, densidade e teor de cinzas da biomassa, foram as mesmas empregadas por Nagalshi (2007).

### 3.4 Qualidade da água e do esgoto tratado

A qualidade da água e do esgoto proveniente do processo de filtração alternativo foi determinada no Laboratório Multiusuário de Tratabilidade de Águas (LAMAG) da UFPA, conforme os procedimentos descritos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1998).

## 4 | RESULTADOS OBTIDOS

### 4.1 Resultados da caracterização física e Química do Carvão Alternativo

Os caroços de açaí coletados apresentaram elevados teores de umidade, sendo registrado o valor médio de 40,72 % conforme mostrado na Tabela 1. A variação foi pequena, resultado já esperado, uma vez que os caroços coletados tinham sido recentemente despulpados e precisariam de uma secagem natural mais efetiva até atingir a umidade equilíbrio com o meio ambiente. Nagalshi (2007), verificou que todas as estruturas do açaí podem ser utilizadas, para fins energéticos e outros, sendo que o caroço foi o mais promissor, pois além de oferecer melhores características físicas, químicas e térmicas, em comparação com as demais analisadas em sua pesquisa (cacho, folha e estipe), apresenta melhor material para o manuseio e maior disponibilidade. O valor médio para o teor de umidade encontrado por Nagalshi (2007), foi de 43,57% bem próximo do encontrado nesta pesquisa.

Pinho (2005) em seus estudos de caracterização de resíduos do setor agroindustrial e madeireiro, tais como cacho seco de amêndoa, serragem, caroço de açaí, fibra de dendê, casca de castanha do Pará, encontrou teores de cinzas entre 0

a 5%. A média de teores de cinza encontrados nesta pesquisa foi de 1,09% conforme mostrado na Tabela 1. Os resultados mostram que as cinzas do caroço de açaí estão próximas aos valores médios encontrados nos carvões vegetais obtidos a partir de outros produtos residuais, pois um bom carvão não deve exceder a 3% - 4% de cinzas (BARROS, 2006).

O baixo teor de cinzas apresentado pelo caroço de açaí faz com que após a ativação haja um aumento na área superficial do material (SHIN *et al.*, 2008) sendo essencial no processo de adsorção. Assim, ocorre um aumento nos microporos que são importantes no processo de adsorção (AWORN *et al.*, 2008).

<b>Análise Descritiva</b>	<b>Teor de Umidade %</b>	<b>Teor de Cinzas %</b>
Média	40,72	1,09
Máximo	43,26	1,25
Mínimo	39,79	0,96
Desvio Padrão	1,46	0,1
Erro Padrão	0,65	0,04

Tabela 1- Análise descritiva do Teor de umidade e Teor de cinzas.

Fonte: Autores, 2018.

Na Tabela 2, encontram-se a análise descritiva de densidade a granel referente aos caroços de açaí antes e pós-calcinação, tendo valores médios de  $1,65 \pm 0,21$  g/cm<sup>3</sup> antes da calcinação e  $0,93 \pm 0,19$  g/cm<sup>3</sup> pós-calcinação. Densidade considerada alta devido à estrutura desse material ser bastante sólido.

Nagalshi (2007), constatou em sua pesquisa que a alta densidade dos caroços em relação às demais estruturas vivas da planta, associado à abundância, ao fácil manuseio e estocagem favorece o uso dessa biomassa como combustível seja em seu estado natural ou em forma de carvão vegetal. Deste modo para a finalidade desta pesquisa, a biomassa em estudo torna-se também favorável.

Verificou-se que em um metro cúbico de caroço despulpado a granel e calcinado representa em média 930 kg. Esta informação é importante, haja vista que o transporte e o manuseio, em sua grande maioria são realizados em recipiente. Houve uma redução de 43% na densidade dos caroços de açaí após calcinação. Na Tabela 2, encontra-se a média de densidade a granel dos caroços de açaí antes e após calcinação.

<b>Análise descritiva</b>	<b>D (g/cm<sup>3</sup>) não calcinado</b>	<b>D (g/cm<sup>3</sup>) calcinado</b>
Média	1,65	0,93
Máximo	2,03	1,25
Mínimo	1,21	0,56
Desvio padrão	0,21	0,19
Erro padrão	0,05	0,05

Tabela 2- Densidade a granel dos caroços de açaí antes e após calcinação.



## 4.2 Resultados da qualidade da água pelo filtro alternativo.

### 4.2.1 Resultado do processo de filtração para água bruta

Os resultados das variáveis estudadas no processo de filtração alternativo foram expostos na Tabela 3, no qual exibiu os resultados do processo de filtração alternativo para água bruta do Lago Bolonha com suas respectivas médias e eficiência de remoção de cada variável para os tempos de contato de 24hs e 48hs.

Os valores de pH analisados no processo de filtração alternativo, apresentaram uma pequena variação. Observando a distribuição da média entre a água bruta (AB) no tempo de contato de 0hs, tratado 1 (AT-1) no tempo de contato de 24hs e tratado 2 (AT-2) no tempo de contato de 48hs, a menor média foi de  $6,51 \pm 0,45$  indicada por AB e a maior de  $6,81 \pm 0,29$  indicada pelo AT-2, ficando próximo da neutralidade o que mostra a eficiência do filtro em relação a esse parâmetro e também encontra-se de acordo com a Portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, no qual estabelece um pH variando entre 6,0 à 9,5.

Para a variável Turbidez obteve-se médias variando entre  $11,41 \pm 2,79$  uT para AB,  $10,46 \pm 5,14$  para AT-1 e  $7,7 \pm 2,97$  uT para AT-2, observando-se que houve um decréscimo de 8,33% desta variável para um tempo de 24hs e 32,51% para o tempo de 48hs. A filtração alternativa mesmo mostrando-se eficiente quanto à variável em estudo, a mesma não se enquadrava ao VMP de 1 uT para filtração lenta, recomendado pela Portaria nº 2.914/11 do MS.

Quanto aos resultados da variável Cor para AB, AT-1, AT-2, com os tempos de contato de 0h, 24hs e 48hs, apresentaram valores médios de  $130,73 \pm 17,44$  uC,  $113,44 \pm 36,77$  uC,  $86,07 \pm 32,18$  uC, respectivamente. Obtendo-se uma maior eficiência de remoção de 34,16 % para AT-2. A Portaria nº 2.914/11 do MS, estabelece como valor máximo permitido (VMP) de 15 uC para água de consumo, portanto, a referida variável não enquadrava-se no limite estabelecido pela supracitada legislação.

Para a variável Condutividade Elétrica obteve-se valores médios de  $46 \pm 9,72$   $\mu\text{S}/\text{cm}$  para AB,  $90 \pm 4,97$   $\mu\text{S}/\text{cm}$  para AT-1 e  $102 \pm 6,78$   $\mu\text{S}/\text{cm}$  para AT-2, observando-se uma elevação gradativa dos valores após passarem pelo filtro alternativo. Segundo Von Sperling (1998 *apud* Ruas, 2006) à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade específica da água aumenta. Afirmação esta que pode justificar o aumento dos valores de condutividade elétrica encontrada pós-filtração.

Os valores médios encontrados para a variável Dureza ficaram compreendidos entre  $80 \pm 7,72$  mg- $\text{CaCO}_3/\text{L}$  para AB,  $75,1 \pm 21,93$  mg- $\text{CaCO}_3/\text{L}$  para AT-1 e  $74 \pm 22,91$  mg- $\text{CaCO}_3/\text{L}$  para AT-2, havendo uma redução de 6,1% para AT-1 e 7,5% para AT-2. Para os resultados de Dureza correspondentes a quantidade de  $\text{MgCO}_3/\text{L}$ , foram



encontrados médias  $2,97 \pm 0,17$  mg-MgCO<sub>3</sub>/L para AB,  $2,51 \pm 0,34$  mg-MgCO<sub>3</sub>/L para AT-1 e  $2,38 \pm 0,19$  mg-MgCO<sub>3</sub>/L para AT-2, havendo uma redução de 15% para AT-1 e 19% para AT-2. De acordo com a UFV (2008) a classificação das águas em termo de dureza é de: menor que 50 mg/L CaCO<sub>3</sub> água mole, entre 50 e 150 mg/L CaCO<sub>3</sub> água com dureza moderada, entre 150 e 300 mg/L CaCO<sub>3</sub> água dura e maior que 300 mg/l CaCO<sub>3</sub> água muito dura. Conforme a classificação supracitada, a água após passagem do filtro obteve-se como dureza total valores médios de aproximadamente 83,2 mg/L para AB, 77mg/L para AT-1 e 76mg/L para AT-2, enquadrando-as como moderadamente duras. Todos os valores de dureza total encontrados estão de acordo com o valor permitido pela Portaria n° 2.914/11 do MS.

De acordo com os resultados da série de sólidos, os valores médios de Sólidos Totais (ST) ficaram compreendidos entre  $99,6 \pm 82,16$  mg/L para AB,  $102,1 \pm 49,09$  mg/L para AT-1 e  $175 \pm 107,62$  mg/L para AT-2, ocorrendo um aumento significativo desta variável para os tempos de 24hs e 48hs. Os resultados elevados podem ser justificados pela presença de grande quantidade de resíduos de cinza do caroço de açaí calcinado sendo eliminados na água.

Com relação aos valores médios de Sólidos Suspensos (SS) para os tempos de detenção de 0hs, 24hs e 48hs, apresentaram valores iguais a  $11,7 \pm 7,73$  mg/L para AB,  $11,58 \pm 8,17$  mg/L para AT-1 e  $9,02 \pm 8,78$  mg/L para AT-2. Obtendo –se uma eficiência de remoção de 1,02% para o tempo de contato de 24hs e 23% para o tempo de contato de 48hs conforme mostrado na.

Para variável sólidos dissolvidos (SD) os valores médios obtidos foram:  $87,9 \pm 76,11$ mg/L para AB,  $91,17 \pm 42,5$  mg/L para AT-1 e  $168,9 \pm 105,5$  mg/L para AT-2 ocorrendo um aumento gradativo desta variável no sistema, não alcançando nenhuma eficiência. O aumento pode ser justificado pela grande quantidade de cinzas depositados na água por conta do caroço de açaí calcinado, mesmo com o aumento desta variável no sistema, a mesma ainda encontra-se em conformidade com a Portaria n° 2.914/11 do MS que estabelece como valor máximo permitido para água de consumo de 1000 mg/L de sólidos dissolvidos na água.

A Tabela 3 mostra os resultados do processo de filtração alternativo para água bruta do Lago Bolonha com suas respectivas médias e eficiência de remoção de cada variável para os tempos de contato de 24hs e 48hs.

Variáveis	Média água bruta	Média de AT-1 (TD 24hs)	Média de AT-2 (TD 48hs)	Eficiência de remoção (%) TD 24hs	Eficiência de remoção (%) TD 48hs	Padrões de Potabilidade (Portaria 2914/11)
pH	6,51	6,79	6,81	-	-	6 a 9,5
Cor Aparente	130,7 uC	113,4 uC	86,07 uC	13,2	51,85	15 uC
Turbidez	11,4 uT	10,46 uT	7,7 uT	8,32	32,45	1 uT

Condutividade	46 $\mu\text{S}/\text{cm}$	90,02 $\mu\text{S}/\text{cm}$	102 $\mu\text{S}/\text{cm}$	0	0	
Sólidos Totais	99,6 mg/L	102,37 mg/L	175 mg/L	0	0	
Sólidos Suspensos	11,7 mg/L	11,58 mg/L	9,02 mg/L	1,02	23	
Sólidos Dissolvidos	87,9 mg/L	91,17 mg/L	168,91 mg/L	0	0	100 mg/L

Tabela 3- Resultados do processo de filtração para água

Fonte: Autores, 2018.

Para o tratamento de água, o filtro alternativo apresentou uma remoção de 32% para a turbidez e 51% para cor aparente, essa diminuição ocorreu devida, a remoção de sólidos em suspensão que foi de 23%. A elevação do pH de 6,51 para 6,81, também é de suma importância para o tratamento de água, já que, esse crescimento o deixou mais próximo da neutralidade.

#### 4.2.3 Resultado do processo de filtração para o esgoto pós-tratamento

Os resultados das variáveis estudadas no processo de filtração alternativo para o esgoto pós-tratamento, foram expostas na Tabela 4, no qual exibi os resultados do processo de filtração alternativo com as respectivas médias e eficiência.

Os valores médios de pH analisados no processo de filtração alternativo para esgoto pós-tratamento para os tempos de contato (TC) de 0hs, 24hs e 48hs ficaram compreendidos entre  $7,14 \pm 0,13$  para EPT (esgoto pós-tratamento com TC de 0hs),  $6,78 \pm 0,16$  para EPT-1 (esgoto pós-tratamento com TC de 24hs) e  $6,63 \pm 0,23$  para EPT-2 (esgoto pós-tratamento com TC de 48hs). Apesar de se ter observado uma redução da variável pH com o passar do tempo, a mesma encontra-se em conformidade com a legislação vigente, que estabelece como condição de lançamento de efluente tratado no corpo receptor uma faixa de pH compreendida entre 5 a 9.

De acordo com os resultados da variável Nitrogênio Amoniacal, os valores médios ficaram compreendidos entre  $63 \pm 43,58$  mg/L para EPT,  $23,88 \pm 6,9$  mg/L para EPT-1 e  $17,7 \pm 8,51$  mg/L para EPT-2. Obtendo-se uma eficiência de remoção de 62,7% para EPT-1 com tempo de contato de 24hs e 72% para EPT-2 para o tempo de contato de 48hs. A variável em estudo, apesar de ter apresentado uma eficiência de remoção significativa, apenas EPT-2 apresentou valor médio de 17,7 mg/L, enquadrou-se aos padrões preconizados pela legislação vigente que determina como valor máximo permitido de 20mg/L.

Para a variável nitrato, os valores médios encontrados para o tempo de contato TD de 0hs, 24hs e 48hs foram respectivamente,  $0,41 \pm 0,05$  mg/L para EPT,  $3,13 \pm 1,69$  mg/L para EPT-1 e  $3,9 \pm 2,23$  mg/L para EPT-2. A variável apresentou ineficiência quanto ao sistema de filtração alternativo, visto que houve o aumento da variável ao

longo dos tempos de contato. O aumento da concentração de nitrato pode ter sido ocasionado pela oxidação da matéria orgânica presente no esgoto, no qual neste processo a amônia é transformada em nitritos e estes em nitratos, no fenômeno denominado de nitrificação.

Os valores médios de fósforo total avaliados no processo de filtração alternativo para esgoto pós-tratamento com tempos de contato (TC) de 0hs, 24hs e 48hs ficaram compreendidos entre  $20,08 \pm 17,3$  mg/L para EPT,  $27,41 \pm 10,98$  mg/L para EPT-1 e  $30,05 \pm 19,8$  mg/L para EPT-2. A variável apresentou aumento gradativo com o passar do tempo, não obtendo eficiência de remoção. Os valores de fósforo total analisados do esgoto tratado da ETE Vila da Barca para o tempo de contato de 0hs, em todas as amostras os valores encontravam-se acima do preconizado pela legislação no qual determina que o efluente após passar por tratamento adequado deveria apresentar valores de até 0,05 mg/L. Júnior (2010) produziu carvões ativados de caroço de açaí, ouriço de castanha e casca de cupuaçu. Os CA's obtidos apresentaram eficiência na retenção de fenóis e metais pesados específicos. As cinzas do caroço de açaí apresentaram 21,1% de fósforo em sua composição, valor elevado que pode justificar o elevado do teor desta variável no esgoto tratado no filtro alternativo, visto que, era visível nas amostras analisadas a presença de cinzas em meio ao efluente que era coletado do filtro. Observou-se a presença de três *outliers*, são valores muito superiores aos valores médios encontrados em todo o período de coleta. Os valores extremos (*outliers*) ocorreram na quarta semana de coleta onde o esgoto tratado e coletado na ETE de Vila da Barca apresentava uma concentração de fósforo total de 67,9 mg/L e com o passar do tempo para 24hs o mesmo apresentou uma redução chegando ao valor de 55mg/L e em seguida para o tempo de 48hs a concentração desta variável aumentou para 81,6 mg/L.

Para os resultados da variável DQO, os valores médios ficaram compreendidos entre  $59,2 \pm 13,57$  mg/L para EPT,  $35,4 \pm 11,65$  mg/L para EPT-1 e  $26,2 \pm 9,6$  mg/L para EPT-2. Obtendo-se uma eficiência de remoção de matéria orgânica de 40% para EPT-1 com tempo de contato de 24hs e 55,7% para EPT-2 para o tempo de contato de 48hs.

De acordo com os resultados da série de sólidos apresentados na Tabela 8. Os valores médios de sólidos totais (ST) ficaram compreendidos entre  $244,7 \pm 118,2$  mg/L para EPT,  $450 \pm 54,68$  mg/L para EPT-1 e  $415 \pm 121,3$  mg/L para EPT-2, ocorrendo um aumento significativo desta variável para os tempos de 24hs e 48hs.

Com relação aos valores médios de Sólidos Suspensos (SS) para os tempos de detenção de 0hs, 24hs e 48hs, apresentaram valores iguais a  $11,9 \pm 6,8$  mg/L para EPT,  $15,04 \pm 9,9$  mg/L para EPT-1 e  $6,15 \pm 2,81$  mg/L para EPT-2. Obtendo uma eficiência de remoção de 48,7% somente para o tempo de contato de 48hs conforme mostrado na Tabela 4.

A variável Sólidos Dissolvidos (SD) apresentou valores médios de  $227,9 \pm 108,7$  mg/L para EPT,  $434,8 \pm 55,7$  mg/L para EPT-1 e  $428,5 \pm 120$  para EPT-2. Verificou-se

um aumento gradativo da variável em estudo com o passar do tempo, ocasionando ineficiência da filtração alternativa para este parâmetro. A legislação vigente estabelece como valor máximo permitido para sólidos dissolvidos no esgoto tratado de até 500 mg/L.

Para a variável Sólidos Fixos (SF), os valores médios encontrados foram de  $118 \pm 87,44$  para EPT,  $303 \pm 93,4$  para EPT-1 e  $286,8 \pm 98,02$  para EPT-2, não tendo alcançando também nenhuma eficiência na filtração.

Já a variável Sólidos Voláteis (SV) apresentou valores médios de  $126,6 \pm 64,83$  para EPT,  $146,9 \pm 51,7$  para EPT-1 e  $127,7 \pm 43,51$  para EPT-2, verificando-se uma oscilação dos resultados com o passar do tempo. A variável em estudo também não apresentou eficiência quanto à filtração.

Os resultados elevados ocorreram em praticamente toda série de sólidos com exceção de sólidos suspensos. O aumento de sólidos pode ser justificado pela presença de grande quantidade de resíduos de cinza do caroço de açaí calcinado sendo componente também do esgoto, elemento que influenciou negativamente na filtração.

Variáveis	Média Esgoto Tratado	Média Esgoto Pós-Tratamento (TD 24hs)	Média Esgoto Pós-Tratamento (TD 48hs)	Eficiência de remoção (%) TD 24hs	Eficiência de remoção (%) TD 48hs	Condições e padrões de lançamento de Efluentes (CONAMA 430/11)
pH	7,14	6,78	6,63			5 a 9
N Amoniacal	63,8 mg/L	23,8 mg/L	17,69 mg/L	62,7	72	20 mg/L
N Nitrato	0,41 mg/L	3,13 mg/L	3,9 mg/L	0	0	
Fósforo Total	20,8 mg/L	27,4 mg/L	30,5 mg/L	0	0	0,05 mg/L
DQO	59,2 mg/L	35,4 mg/L	26,2 mg/L	40	55,7	
Sólidos Totais	245 mg/L	450 mg/L	415 mg/L	0	0	
Sólidos Suspensos	12 mg/L	15 mg/L	6,15 mg/L	0	48,7	
Sólidos Dissolvidos	228 mg/L	435 mg/L	428 mg/L	0	0	500 mg/L
Sólidos Fixos	118 mg/L	303 mg/L	286 mg/L	0	0	
Sólidos Voláteis	127 mg/L	147 mg/L	127 mg/L	0	0	

Tabela 4: Resultados do processo de filtração para pós-tratamento de esgoto.

Fonte: Autores, 2018.

De acordo com a Tabela 4, o uso do leito filtrante alternativo para o pós-

tratamento de esgoto, apresentou uma remoção de aproximadamente 56% de DQO, conseqüentemente diminuindo o risco de consumo de oxigênio no corpo receptor por parte da estabilização da matéria orgânica. Foram observados uma diminuição do N-Amoniacal ( $\text{NH}_3$ ) e um ligeiro aumento do N-Nitrato ( $\text{NO}_3$ ), provavelmente a redução do N-Amoniacal nessa unidade deve-se a adsorção dessa substância no leito filtrante, o que favorece de maneira positiva para o lançamento do efluente em um corpo receptor, já que, essa forma de nitrogênio consome altas taxas de oxigênio dissolvidos em um rio, além de enquadrar-se no padrão de lançamento estabelecido pela Resolução 430 – CONAMA. Outro resultado positivo foi uma pequena diminuição nas concentrações de sólidos em suspensão em ambos os filtros, o que indica que o leito filtrante alternativo tem uma boa eficiência na retenção de sólidos.

## 5 | CONCLUSÕES

A partir da caracterização físico-química do caroço de açaí calcinado é possível afirmar que o carvão alternativo produzido apresentou valores médios de cinzas próximos aos valores médios encontrados nos carvões vegetais obtidos a partir de outros produtos residuais. O baixo teor de cinzas encontrado faz com que após a ativação haja um aumento na área superficial do material sendo essencial no processo de adsorção. Foi observada uma redução da densidade do caroço de açaí após calcinação, característica que favorece ao fácil manuseio e estocagem do material.

O monitoramento dos filtros com leito filtrante de caroço de açaí calcinado apresentou bom desempenho, principalmente, no processo de retenção de sólidos suspensos e remoção da matéria orgânica representado pela DQO. Uma vantagem bastante notada, quanto ao tratamento de esgoto, é que o leito filtrante alternativo é bastante leve, o que diminuiria os custos na construção de um filtro anaeróbio, pois, o mesmo tem que ser dimensionado para suportar o peso do leito filtrante de pedra britada. Para o tratamento de água, no geral, a conclusão é que o caroço de açaí calcinado deve ser utilizado na composição do leito filtrante, com outros materiais, barateando o processo e aumentando a sua eficiência.

Para o prosseguimento desta pesquisa, sugere-se que o caroço de açaí seja ativado quimicamente transformado o mesmo em um carvão ativado alternativo, visto que nesta pesquisa observou-se que a biomassa estudada tem grande capacidade de adsorção, podendo ter uma maior eficiência se for ativado.

## REFERÊNCIAS

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução N° 430**: Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. Ministério do Meio Ambiente, 2011.

HAMEED, B.H., “**Evaluation of papaya seeds as a novel non-conventional lowcost adsorbent for removal of methylene blue.**” Journal of Hazardous Materials 162 (2009) 939-944.

MACEDO, J.S., COSTA JÚNIOR, N.B., ALMEIDA, L.E., VIEIRA, E.R.S., CESTARI, A.R., GIMENEZ, I.F. CARREÑO, N.L., BARRETO, L.S., "Kinetic and calorimetric study of the adsorption of dyes on mesoporous activated carbon prepared from coconut coir dust." Journal of Colloid and Interface Science 298 (2006) 515- 522.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria N° 2.914/2011** – Norma de qualidade da água para consumo humano.

NAGAISHI, T. Y. R. **Açaí (*Euterpe oleracea mart*): extrativismo, características, energia e renda em uma comunidade na Ilha de Marajó/ Pa.** 2007. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2007.

NOGUEIRA, O. L.; CONCEIÇÃO, H. E. O. . **Análise de crescimento de açaizeiros (*Euterpe oleracea Mart.*) em áreas de várzea do estuário amazônico.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 35, n. 11, p. 2167-2173, 2000.

QUEIROZ, J.A.L.; MELÉM Jr., N.J. **Efeito do tamanho do recipiente sobre o desenvolvimento de mudas de açaí (*Euterpe oleracea Mart.*).** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.23, n.2, p.460-462, 2008.

REIS, B.O.; SILVA, I.T.; SILVA, I.M.O.; ROCHA, B.R.P. **Produção de briquetes energéticos a partir de caroços de açaí.** In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 4., 2002, Campinas-SP.

RODRIGUES, R.B.; LICHTENTHÄLER, R.; ZIMMERMANN, B.F.; PAPAGIANNPOULOS, M.; FABRICIUS, H.; MARX, F. **Total oxidant scavenging capacity of *Euterpe oleracea Mart.* (açaí) seeds and identification of their polyphenolic compounds.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, v.54, n.12, p.4162-4167, 2006.

RODRIGUES, L.D.; SILVA, I.T.; ROCHA, B.R.P.; SILVA, I.M.O. **Uso de briquetes compostos para produção de energia no Estado do Pará.** In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 2002, 4. Campinas-SP.

ROGEZ, H. **Açaí: preparo, composição e melhoramento da conservação.** Belém: EDFPA, 2000. 313p

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA. **A importância do Açaí no Contexto Econômico, Social e Ambiental do Estado do Pará.** Belém, 2011. Disponível em: [http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/camaras.../App\\_Acai.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras.../App_Acai.pdf)> acesso em: 20 de novembro de 2012.

SILVA, P. J. D.; ALMEIDA, S. S. **Estrutura ecológica de açaizais em ecossistemas inundáveis da Amazônia.** In: JARDIM, M. A. G.; MOURÃO, L.; GROSSMANN, M. (Eds.). **Açaí (*Euterpe oleracea Mart.*): possibilidades e limites para o desenvolvimento sustentável no estuário amazônico** Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2004. p.37-51.

TEIXEIRA, L.B. de OLIVEIRA, R.F.; FURLAN Jr.; J.; GERMANO, V.L.C. **Processo de compostagem a partir de lixo orgânico urbano e caroço de açaí.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004. 4p. (Circular Técnica, 105)

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Alan Mario Zuffo** - Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan\_zuffo@hotmail.com



Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-252-4

