

# Impactos das Tecnologias nas Engenharias 6

**Franciele Bonatto  
João Dallamuta  
Julio Cesar de Souza Francisco  
(Organizadores)**

**Franciele Bonatto**  
**João Dallamuta**  
**Julio Cesar de Souza Francisco**  
(Organizadores)

# **Impactos das Tecnologias nas Engenharias**

## **6**

**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 Geraldo Alves

**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)**

I34 Impactos das tecnologias nas engenharias 6 [recurso eletrônico] / Organizadores Franciele Bonatto, João Dallamuta, Julio Cesar de Souza Francisco. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias nas Engenharias; v. 6)

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia.  
ISBN 978-85-7247-159-6  
DOI 10.22533/at.ed.596191303

1. Engenharia. 2. Inovações tecnológicas. 3. Tecnologia.  
I. Bonatto, Franciele. II. Dallamuta, João. III. Francisco, Julio Cesar de Souza.

CDD 658.5

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – 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

Caro leitor(a)

Nesta obra temos um compendio de pesquisas realizadas por alunos e professores atuantes em engenharia e tecnologia com contribuições para a melhoria da sustentabilidade. São apresentados trabalhos teóricos e vários resultados práticos de diferentes formas de aplicação e processos que visam a melhoria de dados causados ao ambiente.

Outra característica dos capítulos que compõe este livro é o fato de estarem relacionadas com atividades de pesquisa de diferentes naturezas em várias áreas da engenharia e tecnológica, uma visão multidisciplinar com contribuições relevantes por meio de resultados e discussões, muitas de cunho prático e com grande aplicabilidade.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais

Aos autores, agradecemos pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura

Franciele Bonatto  
João Dallamuta  
Julio Cesar de Souza Francisco

# Gestão, Tecnologia e Engenharia: Sustentabilidade

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
<b>TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL: MONTAGEM E MANUTENÇÃO DE COMPUTADORES A PARTIR DO REUSO DO LIXO ELETRÔNICO</b>	
<i>Jocimar Fernandes</i>	
<i>André Rubim Mattos</i>	
<i>Ana Lucia Louzada Fernandes</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5961913031</b>	
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>8</b>
<b>SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: O SISTEMA LEED E A CERTIFICAÇÃO DA ARENA CASTELÃO</b>	
<i>Antonio Auriseu Nogueira Pinheiro</i>	
<i>Antonio Leandro Cordeiro de Medeiros</i>	
<i>Letícia Oliveira Cunha</i>	
<i>Mérsia Nogueira Maia</i>	
<i>Moisés Rocha Farias</i>	
<i>Narcélio Mesquita Aires Filho</i>	
<i>Thaís Mota Marques</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5961913032</b>	
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>20</b>
<b>EVOLUÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES DA GASOLINA AUTOMOTIVA NO BRASIL A PARTIR DE 2001</b>	
<i>Vanjoaldo R. Lopes Neto</i>	
<i>Leonardo S. G. Teixeira</i>	
<i>Tailee M. A. Cruz</i>	
<i>Ioneide P. Martins</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5961913033</b>	
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>41</b>
<b>TAXA DE EVAPORAÇÃO DA GASOLINA GRID EM TANQUES DE POSTOS DE COMBUSTÍVEIS: UMA AVALIAÇÃO EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA</b>	
<i>Thiago da Silva André</i>	
<i>Francisco de Assis Oliveira Fontes</i>	
<i>Cleiton Rubens Formiga Barbosa</i>	
<i>Cleiton Rubens Formiga Barbosa Júnior</i>	
<i>Isaac Pércles Maia de Medeiros</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5961913034</b>	
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>51</b>
<b>TAXA DE EVAPORAÇÃO DO DIESEL S10 EM TANQUES DE POSTOS DE COMBUSTÍVEIS: UMA AVALIAÇÃO EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA</b>	
<i>Thiago da Silva André</i>	
<i>Francisco de Assis Oliveira Fontes</i>	
<i>Cleiton Rubens Formiga Barbosa</i>	
<i>Cleiton Rubens Formiga Barbosa Júnior</i>	
<i>Isaac Pércles Maia de Medeiros</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5961913035</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 61**

**ANÁLISE DA CONTAMINAÇÃO DE SOLO POR POSTOS DE COMBUSTÍVEIS**

*João Evangelista Neto*  
*Edry Antonio Garcia Cisneros*  
*José Costa de Macêdo Neto*  
*Eduardo Rafael Barreda del Campo*  
*Weberson Santos Ferreira*  
*Ricardo Wilson Aguiar da Cruz*

**DOI 10.22533/at.ed.5961913036**

**CAPÍTULO 7 ..... 72**

**ANÁLISE DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA GASOLINA E ÓLEO DIESEL COMERCIALIZADOS EM AREIA BRANCA/RN, CONFORME ESPECIFICAÇÕES DA ANP**

*Regina Celia de Oliveira Brasil Delgado*  
*João Luiz Porfirio da Silva*  
*Ana Catarina Fernandes Coriolano*  
*Jardel Dantas da Cunha*  
*Antonio Souza de Araujo*

**DOI 10.22533/at.ed.5961913037**

**CAPÍTULO 8 ..... 81**

**PRODUÇÃO DE BIODIESEL EM ULTRASSOM A PARTIR DE GORDURA ANIMAL PROVENIENTE DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS**

*Matheus Cavali*  
*Valéria Pelizzer Casara*  
*Guilherme Martinez Mibielli*  
*João Paulo Bender*  
*Wagner Luiz Priamo*

**DOI 10.22533/at.ed.5961913038**

**CAPÍTULO 9 ..... 92**

**CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO DE COCO A SER UTILIZADO NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL VIA ROTA ETÍLICA**

*Silvanito Alves Barbosa*  
*João Vicente Santiago do Nascimento*  
*Fernanda de Souza Stingelin*  
*Glauber Vinícius Pinto de Barros*  
*Lucas Alves Batista Santos*  
*Iasmin Souza Cruz*

**DOI 10.22533/at.ed.5961913039**

**CAPÍTULO 10 ..... 101**

**TRATAMENTO DE ÁGUA DE PRODUÇÃO OFFSHORE**

*Wellington Crispim Cardoso*  
*Guillermo Ruperto Martín-Cortés*

**DOI 10.22533/at.ed.59619130310**

**CAPÍTULO 11 ..... 112**

**GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA PERFURAÇÃO OFFSHORE**

*Bianca de Couto Dantas Romualdo*  
*Lúcia Maria de Araújo Lima Gaudêncio*

**DOI 10.22533/at.ed.59619130311**

**CAPÍTULO 12 ..... 128**

**SIMULAÇÃO DE UM VAZAMENTO DE ÓLEO DURANTE UMA OPERAÇÃO OFFLOADING**

*Lígia Maria dos Santos Barros Rodrigues*  
*Anaximandro Anderson Pereira Melo de Souza*  
*Paulo Emanuel Medeiros Paula*  
*Davith da Silva Campos*  
*Luís Jorge Mesquita de Jesus*

**DOI 10.22533/at.ed.59619130312**

**CAPÍTULO 13 ..... 134**

**DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA DE PREPARO DE AMOSTRA DE PETRÓLEO PARA DETERMINAÇÃO DE ENXOFRE POR ICP-OES**

*Izabel Kaline da Silva Oliveira*  
*Álvaro Gustavo P. Galvão*  
*Larissa Sobral Hilário*  
*Tatiane de A. Maranhão*  
*Djalma Ribeiro da Silva*

**DOI 10.22533/at.ed.59619130313**

**CAPÍTULO 14 ..... 140**

**POTENCIAL USO DA AGUA PRODUZIDA REAL E SINTÉTICA COMO DISPERSANTE EM FLUIDOS DE PERFURAÇÃO AQUOSOS: INFLUÊNCIA NOS PARÂMETROS REOLÓGICOS, DE FILTRAÇÃO E CORROSIVIDADE**

*Jardel Dantas da Cunha*  
*Keila Regina Santana Fagundes*  
*Ana Karoline de Sousa Oliveira*  
*Gecilio Pereira da Silva*  
*Rodrigo Cesar Santiago*  
*Juddson Diniz Medeiros*

**DOI 10.22533/at.ed.59619130314**

**CAPÍTULO 15 ..... 151**

**UTILIZAÇÃO DE BIOSORVENTES PARA REMOÇÃO DE BENZENO EM SOLUÇÕES AQUOSAS**

*Yasmin Maria da Silva Menezes*  
*Evelyne Nunes de Oliveira Galvão*  
*Aécia Seleide Dantas dos Anjos*  
*Raoni Batista dos Anjos*  
*Djalma Ribeiro da Silva*

**DOI 10.22533/at.ed.59619130315**

**CAPÍTULO 16 ..... 163**

**REMOÇÃO DE FENOL EM ÁGUAS RESIDUÁRIAS ATRAVÉS DE BIOFILME SUPORTADO EM CARVÃO ATIVADO ESTUDO EM BATELADA**

*Josiane Bampi*  
*Heraldo Baialardi Ribeiro*  
*Tainá Cristini Da Silva*  
*Adriana Dervanoski*  
*Gean Delise Leal Pasquali Vargas*

**DOI 10.22533/at.ed.59619130316**

<b>CAPÍTULO 17 .....</b>	<b>172</b>
<b>AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE ADSORÇÃO DE VERMICULITA ATIVADA POR LIXIVIAÇÃO ÁCIDA PARA REMOÇÃO DE BTX EM ÁGUA</b>	
<i>Débora Karina da Silva Guimarães</i>	
<i>Nayonara Karolynne Costa de Araújo</i>	
<i>Amanda Duarte Gondim</i>	
<i>Djalma Ribeiro da Silva</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.59619130317</b>	
<b>CAPÍTULO 18 .....</b>	<b>181</b>
<b>ESTUDO DA EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE BTX PRESENTE EM ÁGUA CONTAMINADA COM GASOLINA UTILIZANDO FE/AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> COMO ADSORVENTES</b>	
<i>Nayonara Karolynne Costa de Araújo</i>	
<i>Débora Karina da Silva Guimarães</i>	
<i>Amanda Duarte Gondim</i>	
<i>Djalma Ribeiro da Silva</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.59619130318</b>	
<b>CAPÍTULO 19 .....</b>	<b>189</b>
<b>ESTUDO DA REMOÇÃO DE SURFACTANTES DA ÁGUA PRODUZIDA POR MEIO DE CARVÃO ATIVADO OBTIDO A PARTIR DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS</b>	
<i>Letícia Gracyelle Alexandre Costa</i>	
<i>Álvaro Gustavo Paulo Galvão</i>	
<i>Ana Gabriela Soares da Silva</i>	
<i>Henrique Borges de Moraes Juviano</i>	
<i>Djalma Ribeiro da Silva</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.59619130319</b>	
<b>CAPÍTULO 20 .....</b>	<b>198</b>
<b>ESTUDO DA CONVERSÃO DE ENERGIA USANDO DISPOSITIVOS BASEADOS EM MATERIAIS PIEZO-ELÉTRICO APOIADOS EM PLATAFORMAS APORTICADAS</b>	
<i>Aline de Oliveira Schonarth</i>	
<i>Jorge Luis Palacios Felix</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.59619130320</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIADORES.....</b>	<b>203</b>



## ESTUDO DA REMOÇÃO DE SURFACTANTES DA ÁGUA PRODUZIDA POR MEIO DE CARVÃO ATIVADO OBTIDO A PARTIR DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS

### **Letícia Gracyelle Alexandre Costa**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
PPGQ  
Natal - RN

### **Álvaro Gustavo Paulo Galvão**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
PPGCEP  
Natal - RN

### **Ana Gabriela Soares da Silva**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Natal - RN

### **Henrique Borges de Moraes Juviano**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
PPGCEP  
Natal - RN

### **Djalma Ribeiro da Silva**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
Instituto de Química  
Natal - RN

**RESUMO:** A água produzida representa a corrente de efluentes líquidos de maior volume das atividades de produção de petróleo. Sua composição química é variada devido seus componentes serem oriundos do reservatório, da água injetada e dos aditivos químicos usados na produção, tais como os surfactantes. Os surfactantes são um problema ambiental, devido a formação de espumas e por causarem efeitos tóxicos à biota aquática. Dentre os processos

para tratamento de efluentes a adsorção é um método que pode ser empregado devido ser de fácil operação e baixo custo de investimento, sendo que seu custo de operação pode ser diminuído com a utilização de carvão ativado produzido a partir de materiais residuais, como por exemplo, as cascas dos alimentos. Este trabalho almeja empregar carvões ativados, utilizando com precursores a casca de banana e da macaxeira, para a remoção de surfactantes em amostras de água produzida. Os materiais sintetizados foram capazes de remover os surfactantes das amostras de água produzida, sendo aquele obtido a partir da casca da banana o que apresentou melhor desempenho, alcançando cerca de 97,4% para uma das amostras.

**PALAVRAS-CHAVE:** Surfactantes, Água Produzida, Carvão ativado; Resíduos agrícolas.

**ABSTRACT:** Produced water represents the current liquid effluent with greater oil volume production activity. The effluent's chemical composition is varied because its components come from the reservoir, water injected and chemical additives used in the production, such as surfactants. Surfactants are an environmental problem due to formation of foams and for cause toxic effects on aquatic biota. Among the processes for treatment of effluents, adsorption is a method that can be employed because it is

easy to operate, low investment spent and its cost of operation can be reduced using activated carbon produced from waste materials, such as food peels. This work aims to employ activated carbon, using precursors of banana peel and cassava, for the removal of surfactants in water produced samples. The synthesized materials were able to remove the surfactants from produced water samples, being that obtained from the peel of the banana which presented better performance, reaching about 97.4% for one of the samples.

**KEYWORDS:** Surfactants, Produced Water, Activated Carbon, Agricultural waste.

## 1 | INTRODUÇÃO

A água produzida (AP) é a água aprisionada nas formações subterrâneas que é trazida à superfície juntamente com petróleo e gás durante as atividades de produção desses fluidos. A AP representa a corrente de efluentes líquidos de maior volume das atividades de produção de petróleo (AMINI et al., 2012).

A complexidade da sua composição merece atenção pois faz com que o gerenciamento da AP requeira cuidados específicos, não apenas relacionados com aspectos técnicos e operacionais, mas, também, os ambientais. Como consequência, o gerenciamento da AP resulta em custos consideravelmente elevados e que representam um percentual significativo dos custos de produção (AMINI et al., 2012).

A composição química da água produzida é variada devido seus componentes serem oriundos do reservatório, da água injetada e dos aditivos químicos usados na produção, tais como os coagulantes, floculantes inibidores de incrustação e de corrosão, biocidas, quebradores de emulsão e de espuma, agentes controladores de parafinas, ácidos, sequestradores de oxigênio, redutores de fricção e surfactantes (THOMAS et al., 2001; GARCIA, 2006).

Os surfactantes em efluentes são um problema ambiental, devido a formação de espumas e consequente redução na transferência de oxigênio à biota aquática, além de que em concentrações acima de  $1 \text{ mg L}^{-1}$  causarem efeitos tóxicos como a inibição da ação de enzimas a nitrificação e a mineralização, impossibilitando a completa biodegradação dos efluentes (DALZELL et al., 2001; ABOULHASSAN et al., 2006; MUNGRAY; KUMAR, 2008; TAFFAREL; RÚBIO, 2010).

Várias técnicas têm sido empregadas para o tratamento de efluentes como precipitação química, adsorção, eletrólise, troca-iônica entre outras. Porém a adsorção é um método que pode ser empregado independente da concentração, de fácil operação e baixo custo de investimento, sendo que seu custo de operação pode ser diminuído com a utilização de carvão ativado produzido a partir de materiais residuais, tornando-se uma ótima alternativa para o tratamento de efluentes (ÜÇER, 2005).

A adsorção é uma operação unitária capaz de concentrar espécies químicas em uma região interfacial que separa duas fases. Este processo compreende o contato de uma fase livre (gasosa ou líquida), o adsorvato, com uma fase densa e permanente e

o substrato ou adsorvente, que tem a capacidade de reter seletivamente (por meio de difusão) espécies presentes no fluido de alimentação (BANDEIRA, 2007).

O carvão ativado é o material mais utilizado em processos de adsorção, tanto para tratamento de efluentes como nos tratamentos de água em Estações de Tratamento de Água (ETA) (GOLIN, 2008). O processo de adsorção, quando se utiliza carvão ativado, ocorre por meio de interações entre a superfície do carvão e o adsorvato (DIAS et al, 2007).

A preparação de carvão ativado a partir de materiais residuais possui várias vantagens, principalmente de natureza econômica e ambiental, de forma a diminuir os custos de disposição de resíduos, auxiliando na proteção do ambiente. Há uma grande variedade de resíduos que possibilitam a preparação deste material (DIAS et al, 2007).

Entre os resíduos agrícolas pode-se destacar a casca da banana visto que a banana é a segunda fruta mais produzida no Brasil, porém, a sua casca geralmente é descartada, ou em alguns casos, é utilizada na alimentação de animais ou eventualmente em compostagem, o uso destes resíduos permitiria a redução da poluição ambiental, agregando valor à cultura da banana (BAKRY et al., 1997; EMBRAPA, 2012).

Outro resíduo agrícola que pode ser utilizado para essa aplicação é a casca da macaxeira, que é um dos subprodutos das indústrias de processamento de mandioca, principalmente as fábricas de farinha. Este resíduo constitui-se de uma fina camada celulósica de cor marrom clara ou escura, que corresponde a 2% a 5 % do peso total das raízes e possui uma composição rica em lipídeos, fibras e água. Além dos minerais com ferro, cálcio e potássio. Constitui-se em fina camada celulósica, de cor marrom clara ou escura (EMPRAPA, 2016).

Sendo assim, este trabalho tem como finalidade empregar carvões ativados, utilizando com precursores resíduos agrícolas para a remoção de surfactantes em amostras de água produzida.

## **2 | METODOLOGIA**

A metodologia empregada consiste em três etapas: Inicialmente, foi realizada a obtenção do carvão ativado. Em seguida, as amostras de água produzidas foram coletadas e submetidas por um processo de filtração simples utilizando o carvão ativado obtido. E por fim, foram realizados os ensaios de surfactantes.

### **2.1 Preparação do carvão ativado da banana**

Foram produzidos dois materiais adsorventes utilizando resíduos agrícolas, sendo o primeiro obtido através da casca de bananas e o segundo a partir da casca de macaxeira. Ambas as cascas foram utilizadas in natura depois de serem higienizadas, picadas e secas, inicialmente por 12 horas expostas à luz solar e depois em uma

estufa a 60 °C por 24 horas. Após a secagem as cascas foram trituradas e peneiradas até granulometria menor que 0,34 mm. A ativação química dos materiais foi realizada utilizando ácido fosfórico na razão a 1:1 em contato com o material por 1 hora. Em seguida, o material foi seco a 150°C em estufa e submetido a carbonização em mufla a atmosfera ambiente por 2 horas a 600 °C com taxa de aquecimento de 10°C min<sup>-1</sup>.

Após carbonização, o material foi submetido à lavagem com uma solução de bicarbonato de sódio 1% a 80 °C até a neutralização do pH, sendo seca em seguida a 100 °C em estufa por 48 horas. Os carvões obtidos foram macerados até apresentar-se como um pó fino.

## **2.2 Amostragem e filtração das amostras**

Foram coletadas cinco amostras de água de produzida em diferentes pontos da Bacia Potiguar. Depois de coletadas, as amostras foram armazenadas sob refrigeração e encaminhadas para a Central Analítica do Núcleo de Processamento Primário e Reuso de Água Produzida e Resíduos (NUPPRAR) – UFRN, onde as mesmas receberam uma codificação interna para posterior realização dos ensaios. Foi utilizado cerca de 1,0 g dos carvões ativados sintetizados para realização da filtração simples de 100 mL das amostras coletadas.

## **2.3 Ensaio de Surfactantes**

Após a filtração, foi realizada a análise de surfactantes das amostras brutas e filtradas. O ensaio de surfactante foi realizado de acordo com a metodologia da APHA 5540 C. Para isso o espectrofotômetro DR 5000 da HACH foi utilizado.

## **3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Em relação à preparação dos carvões ativados, tanto o da banana quanto o da macaxeira, foram obtidos com sucesso de acordo com a metodologia descrita. Nas Figuras 1 e 2, observa-se a transformação das matérias-primas nos carvões ativados.



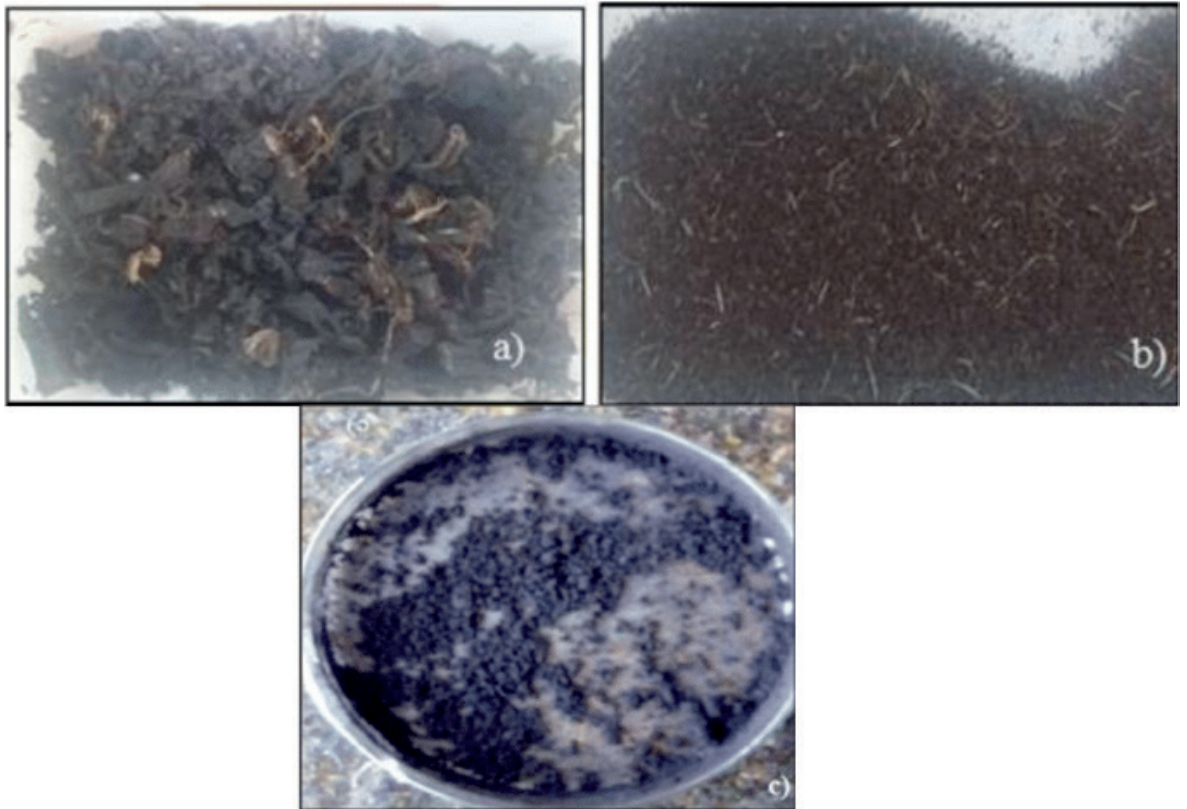


Figura 1- a) Fibra da banana após a exposição solar; b) Fibra da banana seca e triturada e c) Carvão ativado da banana.



Figura 2 - a) Fibra da macaxeira após a exposição solar; b) Fibra da macaxeira seca e triturada e c) Carvão ativado da macaxeira.

Após as filtrações das amostras com os carvões ativados obtidos foi realizado o

ensaio de surfactantes. Os resultados dessas análises para as amostras tratadas com o carvão ativado da banana encontram-se na Tabela 1.

<b>Amostra</b>	<b>Amostra bruta</b>	<b>Amostra filtrada</b>
A1	0,231	0,006
A2	0,468	0,336
A3	0,372	0,168
A4	0,225	0,210
A5	0,336	0,192

Tabela 1- Resultado das concentrações de surfactantes, em mg L<sup>-1</sup>, para o tratamento com o carvão ativado da banana

De acordo com os resultados contidos na Tabela 1, verifica-se que para todas as amostras houve uma redução na concentração final da amostra depois que esta foi submetida à filtração utilizando o carvão ativado da banana, sendo a amostra A1 a que obteve a menor concentração após o tratamento.

Os resultados das análises para as amostras tratadas com o carvão ativado da macaxeira encontram-se na Tabela 2.

<b>Amostra</b>	<b>Amostra bruta</b>	<b>Amostra filtrada</b>
A1	0,231	0,030
A2	0,468	0,642
A3	0,372	0,150
A4	0,225	0,654
A5	0,336	0,216

Tabela 2 - Resultado das concentrações de surfactantes, em mg L<sup>-1</sup>, para o tratamento com o carvão ativado da macaxeira

De acordo com os resultados contidos na Tabela 2, verifica-se que para as amostras A1, A3 e A5 há uma redução na concentração do analito estudado. Enquanto para as amostras A2 e A4 observou-se um aumento na concentração dos surfactantes.

Este aumento pode ser devido à dissolução de compostos químicos presentes na matéria-prima. Isto nos leva a crer que para uma melhor utilização deste material como adsorvente uma lavagem prévia para a remoção de compostos pode vir a ser necessário, uma vez que foi visto que há a ocorrência de contaminação.

Com base nos dados obtidos, foi calculado o percentual de remoção que pode ser visualizado na Figura 3.

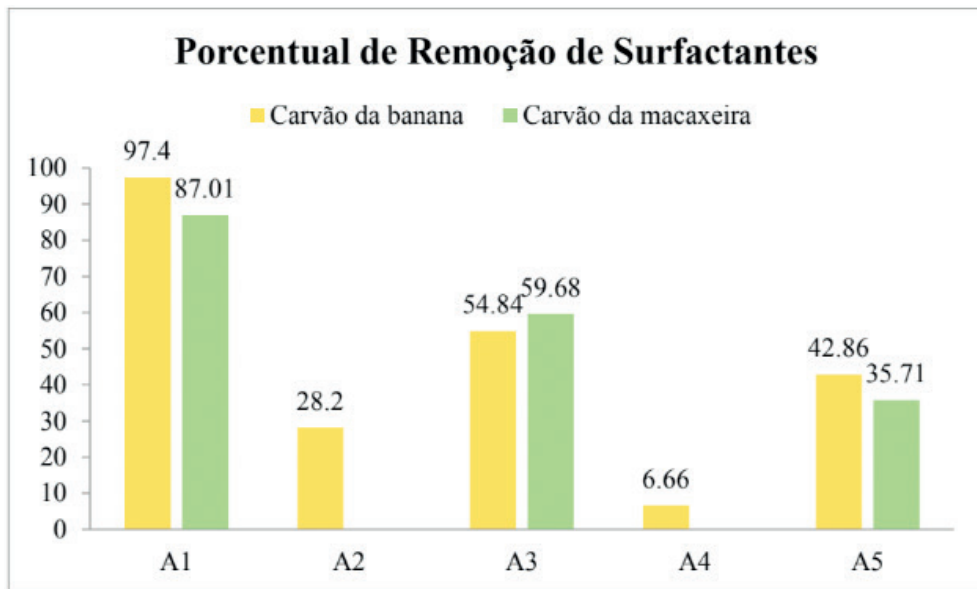


Figura 3 - Porcentual da remoção de surfactantes pelos carvões ativados.

Para as amostras analisadas de água produzida, a amostra A1 apresentou o maior percentual de remoção após o tratamento com ambos os adsorventes, sendo de 97,4 % para o da banana e de 87,01% para o da macaxeira. A amostra A4 foi a que apresentou menor percentual de remoção dentre as amostras analisadas (6,66%).

Ao comparar os dois materiais estudados, observa-se que o carvão ativado da banana apresenta uma maior eficiência na remoção de surfactantes, uma vez que este foi o único que conseguiu remover parte do analito em todas as amostras analisadas, mesmo em baixa proporção.

Com isso, tem-se que o tratamento com carvão ativado na maioria dos casos é eficiente e proporciona a redução da concentração do analito, permitindo que as amostras apresentem concentrações bastante inferiores ao valor máximo permitido de surfactantes presente nas Resoluções CONAMA nº 357 e 430, que é equivalente a 0,5 mg L<sup>-1</sup>.

#### 4 | CONCLUSÕES

Neste trabalho foi possível concluir que a utilização de carvões ativados obtidos a partir de resíduos industriais se apresenta como uma alternativa eficaz na remoção de surfactantes na água produzida. Dentre os materiais sintetizados, o carvão ativado em que a casca da banana foi utilizada como precursor apresentou melhores percentuais de remoção em comparação ao da macaxeira.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao NUPPRAR, a UFRN e a CAPES pelo apoio e pela infraestrutura

cedida.

## REFERÊNCIAS

ABOULHASSAN, M. A.; SOUABI, S.; YAACOUBI, A.; BAUDU, M. **Removal of Surfactant from Industrial Wastewaters by Coagulation Flocculation Process**. *International Journal of Environmental Science Technology*, v. 3, n. 4, p. 327-332, 2006.

AMINI, S.; MOWLA, D.; GOLKAR, M.; ESMAEILZADEH, F. (2012). **Mathematical modelling of a hydrocyclone for the downhole oil-water separation (DOWS)**. *Chemical Engineering Research and Design*, v. 90, p. 2186-2195.

APHA; AWWA; WEF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 21 ed. Washington, EUA, 2005. 1368 p.

BAKRY, F.; CARREL, F.; CARUANA, M. L.; COTE, F. X.; JENNY, C.; TEZENAS, D. H. *Les bananiers. L'amélioration des plantes tropicales*. A. Cherrier et al. Eds., Montpellier, France, CiradOrstom, collection Repères, 1997, pp.109-139.

BANDEIRA, L. F. M. **Remoção de metal pesado de efluentes aquosos através da combinação dos processos de osmose inversa e adsorção**. 2007. 147. Dissertação - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

COLPANI, Gustavo Lopes. **Preparação e caracterização de adsorventes para a remoção de surfactantes aniônicos em águas residuárias**. 2012. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pósgraduação em Engenharia Química, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/100645> . Acesso em: 30 jun. 2016.

DALZELL, D.J.B. et al. **A comparison of five rapid direct toxicity assessment methods to determine toxicity of pollutants to activated sludge**. *Chemosphere*, v.47, p. 535-545. 2002.

DIAS, J. M.; ALVIM-FERRAZ, M. C. M.; ALMEIDA, M. F.; RIVERA-UTRILLA, J.; SÁNCHEZ-POLO, M. **Waste materials for activated carbon preparation and its use in aqueous-phase treatment: A review**. *Journal of Environmental Management*, v. 85, p. 833–846. 2007.

EMBRAPA. **Cultivo de Banana em Rondônia**. EMBRAPA Rondônia. Sistemas de Produção, 2. Versão Eletrônica Dez. 2005. Disponível em: <https://www.embrapa.br/rondonia/busca-de-publicacoes/-/publicacao/698838/sistema-de-producao-para-a-cultura-da-banana-no-estado-de-rondonia> . Acesso em: 30 jun. 2016.

EMBRAPA. **Subprodutos da mandioca**: composição dos resíduos sólidos. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/861833/subprodutos-da-mandioca---composicao-dos-residuos-solidos>. Acesso em: 30 jun. 2016.

GARCIA, R. B. **Impactos ambientais causados por atividades petrolíferas**. 78f. Apostila – Departamento de Química. UFRN: Natal, 2006.

GOLIM, D. M, 2007, **Remoção de Chumbo de Meios Líquidos através de Adsorção Utilizando Carvão Ativado de Origem Vegetal e Resíduos Vegetais**. Dissertação de M. Sc., Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.

MUNGRAY, A. K.; KUMAR, P. **Anionic Surfactants in Treated Sewage and Sludges: Risk Assessment to Aquatic and Terrestrial Environments**. *Bioresource Technology*, n. 99, p. 2919-2929, 2008.



TAFFAREL, S. R.; RUBIO, J. **Adsorption of Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate from Aqueous Solution Using a Modified Natural Zeolite with CTAB**. Minerals Engineering, v. 23, p. 771-779, 2010.

THOMAS, J. E. **Fundamentos de Engenharia de Petróleo**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência: Petrobras, 2004.

ÜÇER, A.; UYANIK, A.; ÇAY, S; ÖZKAN, Y. **Immobilisation of tannic acid onto activated carbon to improve Fe(III) adsorption**. Separation and Purification Technology, v. 44(1), p. 11-17. 2005.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-159-6

