

# Fontes de Biomassa e Potenciais de Uso

Mônica Jasper  
(Organizadora)



**Atena**  
Editora  
Ano 2019

Mônica Jasper  
(Organizadora)

# Fontes de Biomassa e Potenciais de Uso

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Rafael Sandrini Filho  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
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. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
F683	Fontes de biomassa e potenciais de uso [recurso eletrônico] / Organizadora Mônica Jasper. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-629-4 DOI 10.22533/at.ed.294191609  1. Biocombustíveis. 2. Biomassa – Pesquisa – Brasil. I. Jasper, Mônica.  CDD 333.9539
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

Estamos apresentando “Fonte de Biomassa e Potenciais de Uso”. São dezesseis capítulos que abordam trabalhos, pesquisas e revisões de forma ampla acerca deste conhecimento. A obra reúne trabalhos de diferentes regiões do país, analisando a área da Produção de biomassa sob diferentes abordagens. É necessário conhecer esses temas sob diversas visões de pesquisadores, a fim de aprimorar conhecimentos, relações interespecíficas e desenvolver estratégias para a utilização das fontes de biomassa. O esforço contínuo de pesquisadores e instituições de pesquisa tem permitido grandes avanços nessa área. Assim, apresentamos neste trabalho uma importante compilação de esforços de pesquisadores, acadêmicos, professores e também da Atena Editora para produzir e disponibilizar conhecimento neste vasto contexto.

Mônica Jasper

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
CONVERSÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS LIVRES DE ÓLEO DE GIRASSOL EM BIODIESEL UTILIZANDO CATALISADORES ÁCIDOS	
Paulo Roberto de Oliveira Patrick Rodrigues Batista Marjorie Emanoeli Lopes Vieira Palimécio Gimenes Guerrero Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2941916091</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>12</b>
EFEITO DA APLICAÇÃO DE EXTRATO DE ALECRIM ( <i>ROSMARINUS OFFICINALIS L.</i> ) SOBRE A OXIDAÇÃO DO BIODIESEL DE SOJA DURANTE O ARMAZENAMENTO	
Noellen Caroline Cavalcanti de Araujo Silmara Bispo dos Santos Henrique de Matos Teixeira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2941916092</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>19</b>
EFFECT OF THERMOCHEMICAL PRETREATMENT AS A STRATEGY TO ENHANCE BIODEGRADABILITY OF LIGNOCELLULOSIC BIOMASS	
Thiago Edwiges Jhenifer Aline Bastos João Henrique Lima Alino Laércio Mantovani Frare	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2941916093</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>24</b>
ESTIMATIVA DO ESTOQUE DE CARBONO EM FLORESTA SEMIDECIDUAL: UMA COMPARAÇÃO ENTRE REGRESSÃO E REDES NEURAIS ARTIFICIAIS	
Marcela de Castro Nunes Santos Terra Daniel Dantas Luiz Otávio Rodrigues Pinto Natalino Calegario Sabrina Mandarano Maciel	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2941916094</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>36</b>
EXTRAÇÃO DE LIPÍDEOS DA MICROALGA <i>Nannochloropsis oculata</i> CULTIVADA COM VARIAÇÃO DE NITRATO DE SÓDIO NO MEIO DE CULTURA	
José William Alves da Silva Susana Felix Moura dos Santos Illana Beatriz Rocha de Oliveira Ana Claudia Teixeira Silva Glacio Souza Araujo Emanuel Soares dos Santos Renato Teixeira Moreira Dilliani Naiane Mascena Lopes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2941916095</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 41**

GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ATRAVÉS DE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO DE PROTEÍNA ANIMAL NA ZONA DA MATA E CAMPO DAS VERTENTES DE MINAS GERAIS

Michael de Oliveira Resende  
Giovana Franco Valadão  
Elias Gabriel Magalhães Silva  
Helen Ribeiro Rodrigues  
Márcio do Carmo Barbosa Poncilio Rodrigues  
Augusto Cesar Laviola de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.2941916096**

**CAPÍTULO 7 ..... 50**

POLPA CELULÓSICA COMO ALTERNATIVA PARA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEL VIA HIDRÓLISE ENZIMÁTICA

Dile Pontarolo Stremel  
Alexandre Vidal Bento  
Mayara Elita Braz Carneiro  
Roberto Pontarolo

**DOI 10.22533/at.ed.2941916097**

**CAPÍTULO 8 ..... 59**

PRODUÇÃO DE CÉLULA SOLAR COM CORANTE DA *Beta vulgaris*

Julianno Pizzano Ayoub  
Gideã Taques Tractz  
Marcel Ricardo Nogueira de Oliveira  
Cynthia Beatriz Furstenberger  
Everson do Prado Banczek  
Paulo Rogerio Pinto Rodrigues

**DOI 10.22533/at.ed.2941916098**

**CAPÍTULO 9 ..... 67**

PRODUÇÃO DE ETANOL DE BATATA REFUGO VIA PROCESSO FERMENTATIVO: UMA PROPOSTA PARA A DESTINAÇÃO ADEQUADA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS DE AMILÁCEAS

Taís Adeil Muller  
Wilma Aparecida Spinosa  
Juliano Tadeu Vilela Resende  
Leonel Vinicius Constantino  
Edson Perez Guerra  
Leonardo de Lima Wrobel  
Wallace Lima Paulo  
Ana Elisa Barbosa Siqueira  
Claudia Jeorgete dos Santos Burko

**DOI 10.22533/at.ed.2941916099**

**CAPÍTULO 10 ..... 74**

QUALIDADE DO CARVÃO DE *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus tereticornis* PLANTADOS EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS

Matheus Redel Finger  
Rosimeire Cavalcante dos Santos  
Elias Costa de Souza  
Gabriel Raamon Santana Nunes  
Izabelle Rodrigues Ferreira Gomes  
Renato Vinicius Oliveira Castro  
Stephanie Hellen Barbosa Gomes  
Cynthia Patricia de Sousa Santos

Sarah Esther de Lima Costa  
Gualter Guenter Costa da Silva  
DOI 10.22533/at.ed.29419160910

**CAPÍTULO 11 ..... 81**

RENDIMENTO GRAVIMÉTRICO EM CARVÃO DE *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus tereticornis* SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS

Matheus Redel Finger  
Rosimeire Cavalcante dos Santos  
Elias Costa de Souza  
Gabriel Raamon Santana Nunes  
Izabelle Rodrigues Ferreira Gomes  
Renato Vinícius Oliveira Castro  
Stephanie Hellen Barbosa Gomes  
Cynthia Patricia de Sousa Santos  
Sarah Esther de Lima Costa  
Gualter Guenter Costa da Silva

DOI 10.22533/at.ed.29419160911

**CAPÍTULO 12 ..... 87**

UMA PROPOSTA PARA O APROVEITAMENTO DA *ACROCOMIA ACULEATA* COMO FONTE DE ENERGIA LIMPA

Cássio Furtado Lima  
Fernanda de Oliveira Araujo  
Leonne Bruno Domingues Alves  
Angleson Figueira Marinho  
Érica Bandeira Maués de Azevedo  
Michel Keisuke Sato  
Victor da Cruz Peres  
Juliana Souza da Silva  
Luiz Fernando Reinoso  
Edinelson Luis de Sousa Junior  
Maykon Sullivan de Jesus da Costa  
Francisco Robson Alves da Silva

DOI 10.22533/at.ed.29419160912

**CAPÍTULO 13 ..... 103**

VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO ESTOQUE DE CARBONO EM FRAGMENTOS DE CERRADO EM MINAS GERAIS

Natielle Gomes Cordeiro  
Kelly Marianne Guimarães Pereira  
Luiz Otávio Rodrigues Pinto  
Marcela de Castro Nunes Santos Terra  
José Márcio de Mello

DOI 10.22533/at.ed.29419160913

**CAPÍTULO 14 ..... 117**

BIODIGESTOR CONTROLADO POR INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Marcos Baroncini Proença  
Simone Ribeiro Morrone  
Dimas Agostinho da Silva  
Herdney Souza dos Santos  
Leila Fabiola Ferreira  
Luiz Roberto Baracho Rocha  
Cristoffer Lincon



Abel José Vilseke

DOI 10.22533/at.ed.29419160914

**CAPÍTULO 15 ..... 121**

PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF ADSORBENT OBTAINED FROM AGROINDUSTRIAL WASTE BIOMASS

Arthur Hoffmann dos Santos

Diana Fernanda Caicedo

Joana de Souza Mücke

Aline Krum Ferreira

Luiz Antonio Mazzini Fontoura

Samuel José Santos

Irineu Antonio Schadach de Brum

DOI 10.22533/at.ed.29419160915

**CAPÍTULO 16 ..... 125**

BIODIESEL PRODUCTION FROM WASTE COOKING OIL WITH CHARCOAL PYROLIGNEOUS LIQUOR

Marcos Baroncini Proença

Simone Ribeiro Morrone

Dimas Agostinho da Silva

DOI 10.22533/at.ed.29419160916

**SOBRE A ORGANIZADORA..... 131**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 132**

## PRODUÇÃO DE CÉLULA SOLAR COM CORANTE DA *Beta vulgaris*

### **Julianno Pizzano Ayoub**

UNICENTRO, Programa de Pós Graduação em  
Bioenergia  
Guarapuava - PR

### **Gideã Taques Tractz**

UNICENTRO, Programa de Pós Graduação em  
Química  
Guarapuava - PR

### **Marcel Ricardo Nogueira de Oliveira**

UNICENTRO  
Irati - PR

### **Cynthia Beatriz Furstenberger**

UNICENTRO, Programa de Pós Graduação em  
Bioenergia  
Guarapuava - PR

### **Everson do Prado Banczek**

UNICENTRO, Programa de Pós Graduação em  
Bioenergia  
Guarapuava - PR

### **Paulo Rogerio Pinto Rodrigues**

UNICENTRO, Programa de Pós Graduação em  
Bioenergia  
Guarapuava - PR

produzidas por diversos tipos de semicondutores, e os corantes podem ser sintéticos ou naturais. A substituição dos corantes sintéticos por naturais contendo antocianinas ou betacianinas que se adsorverem à superfície do semicondutor podem ser viáveis devido ao baixo custo de produção. Este trabalho tem o objetivo desenvolver uma célula solar sensibilizada por corantes naturais obtidos de extratos de beterraba e utiliza-lo para produzir e caracterizar eletroquimicamente dispositivos fotovoltaicos baseados em  $TiO_2$ , com interface FTO/ $TiO_2$ /Corante Natural/Eletrólito/Platina. As técnicas utilizadas foram espectroscopia na região UV-VIS, medidas do potencial de circuito aberto em função do tempo, fotocronoamperometria e curvas de densidade de corrente em função do potencial. Dentre os sistemas produzidos, todos foram fotossensíveis, com um ótimo tempo de carregamento e descarregamento, sendo que o produzido com o corante extraído da beterraba crua apresentou uma eficiência de  $\eta = 0,16\%$ .

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia, energias renováveis, célula fotovoltaica

### SOLAR CELL PRODUCTION WITH DYE *Beta vulgaris*

**ABSTRACT:** A Solar energy comes to stand out as a source of renewable energy, being a

**RESUMO:** A energia solar vem se destacando como uma fonte de energia renovável, sendo uma solução para redução de impactos ambientais causados por combustíveis fósseis, além de apresentar um baixo custo. As células solares sensibilizadas por corante podem ser

solution for the reduction of gases caused by radiation, in addition to presenting a low cost. Because the cells can be stained by some types of semiconductors, the dyes may be synthetic or natural. Substitution of the dyes by different natural or antibacterial substrates that may appear on the surface of the semiconductor can result in low production costs. This work has the objective of developing a solar light sensor system for natural heat extraction applications and use for the production of electrochemically photovoltaic components based on TiO<sub>2</sub>, with FTO / TiO<sub>2</sub> / Natural Dye / Electrolyte / Platinum interface. As the techniques used were spectroscopic in the UV-VIS region, measurements of open circuit potentiation, photocronoamperometry and current density curves as a function of potential. The systems produced were all photosensitive, with a good loading and depletion time, and that produced with dye extracted from the raw beet showed an efficiency of  $\eta = 0.16\%$

**KEYWORDS:** Energia, energias renováveis, célula fotovoltaica

## INTRODUÇÃO

Está sendo crescente o desafio para desenvolver ações que garantam simultaneamente a manutenção dos ecossistemas ao redor do mundo e a oferta de energia e de insumos à população, necessitando de soluções em um prazo relativamente curto para combater as mudanças climáticas e o acúmulo de CO<sub>2</sub> na atmosfera, promovendo assim o desenvolvimento sustentável e o aumento da contribuição das fontes renováveis de energia (ARMAROLI et al., 2007; GRATZEL, 2001; VICHI e MANSOR, 2007; COUNCIL, 2007).

Sabe-se que muitos países, inclusive o Brasil, visam a partir das energias eólica e solar alternativas para o problema energético, uma vez que a demanda energética mundial depende quase que totalmente (cerca de 80%) dos combustíveis fósseis. Além do mais, o uso de tais combustíveis está associado a riscos ambientais ainda não completamente avaliados, porém preocupantes (NOGUEIRA, 2001).

O uso do sol tanto como fonte de calor quanto de luz, é uma das alternativas energéticas mais favoráveis para enfrentar os desafios do novo milênio, pois esta energia, possui características únicas como a disponibilidade, abundância e custo zero na fonte primária. Adicionalmente, sua conversão é vista como limpa, não poluindo na obtenção de energia e contribuindo para minimizar os problemas do meio ambiente (ALVES FILHO, 2003).

Em torno de 90% dos módulos solares encontrados no mercado, tem como base as células solares fotovoltaicas de silício mono e policristalino, cujo custo é elevado (GREEN et al., 2012)

Independentemente de todas as vantagens mencionadas, pode-se encontrar problemas na implementação de um sistema de geração baseado em energia solar, como a descontinuidade da energia gerada e o custo bastante elevado desses dispositivos fotovoltaicos, necessitando de maiores pesquisas no desenvolvimento

destes materiais (ANEEL, 2009).

## METODOLOGIA

A pasta de  $\text{TiO}_2$  foi preparada de acordo com a metodologia descrita por Paurussulo (2013) e depositada sob substrato condutor FTO (fluorine doped tin oxide) via doctor blading, sendo após calcinados a  $450\text{ }^\circ\text{C}$  por 30 minutos para garantir a completa decomposição da matéria orgânica (VITORETTI et al., 2017).

As soluções dos corantes naturais foram extraídas em 60 ml de etanol 99,3 %. (BRILHANTE et al., 2013). Foram testados dois corantes produzidos a partir da beterraba (*Beta vulgaris*), sendo 10 gramas de material cru e 10 gramas de material cozido por 10 minutos. O tempo de impregnação utilizado foi de 24 horas para garantir uma máxima adsorção do corante na superfície do óxido, formando assim o anodo do sistema (TRACTZ et al., 2018).

Como contra eletrodo (catodo) foi utilizada Platina depositada sob FTO e eletrólito contendo par redox iodeto/triodeto ( $\text{I}^-/\text{I}_3^-$ ) (PAURUSSULO, 2013).

A célula foi montada em formato sanduíche com anodo e catodo com área de  $0,2\text{ cm}^2$ , sendo unidos pela presença do eletrólito.

Para verificação de qual faixa de absorção do corante no espectro eletromagnético, as soluções do corante foram analisadas por UV-VIS, em um espectrofotômetro UV-Vis- 320G, Gehaka, a temperatura de  $25\text{ }^\circ\text{C}$ , em uma faixa de 300 a 1200 nm. As medidas eletroquímicas foram obtidas em um potenciostato Zahner simulador solar, com lâmpada de Xenônio e diâmetro do feixe de 25 mm. Foi utilizada a potência solar de  $100\text{ mW cm}^{-2}$ , sob temperatura de  $25\text{ }^\circ\text{C}$  em uma área da célula delimitada de  $0,2\text{ cm}^2$ , com um espectro solar padrão a AM1.5G (O'REGAN E GRATZEL 1991).

As células foram caracterizadas por técnicas eletroquímicas, como medidas de potencial de circuito aberto em função do tempo ( $E_{ca}$ ), fotocronoamperometria curvas de densidade de corrente em função do potencial, sendo possível retirar os parâmetros fotovoltaicos para cálculo da eficiência energética do dispositivo, empregando-se a Equação 1 (VIOMAR et al., 2016) (TRACTZ et al., 2018).

$$\eta = J_{cc} E_{ca} \frac{FF}{P_{in}} 100\% \quad (\text{Equação 1})$$

Em que  $J_{cc}$  representa a densidade de curto circuito,  $E_{ca}$  o potencial de circuito aberto, FF o fator de preenchimento e  $P_{in}$  a potência incidente.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

É de grande importância avaliar a região espectral de absorção de luz dos corantes usados.

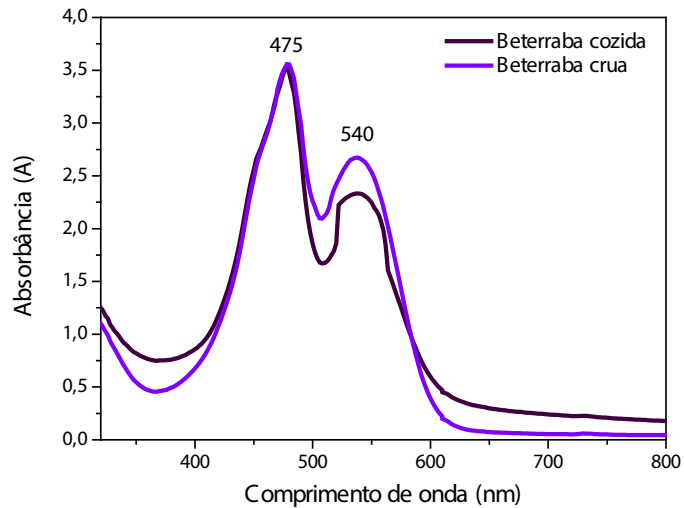


Figura 1 – Espectros de absorção na região do UV VIS para os corantes de extrato de beterraba analisados

Fonte: Autor

Conforme a Figura 1, a região de absorção dos extratos corantes de beterraba é na faixa visível, com a maior intensidade de absorção em 470 nm devido a presença de betaxantina, uma betalaina com coloração amarelada e uma menor intensidade de absorção em 550 nm decorrente da presença de betacianinas. (SONAI et al., 2015). Este resultado limita parcialmente a geração de energia, visto que corantes sintéticos, derivados de rutênio, apresentam na estrutura grupos auxocromos e cromóforos eficientes, que deslocam a banda de energia para a região do infravermelho (Hangdfeldt et al., 2010).

Na Figura 2 são apresentadas as curvas representativas do potencial de circuito aberto em função do tempo, mantendo temperatura e iluminação constante.

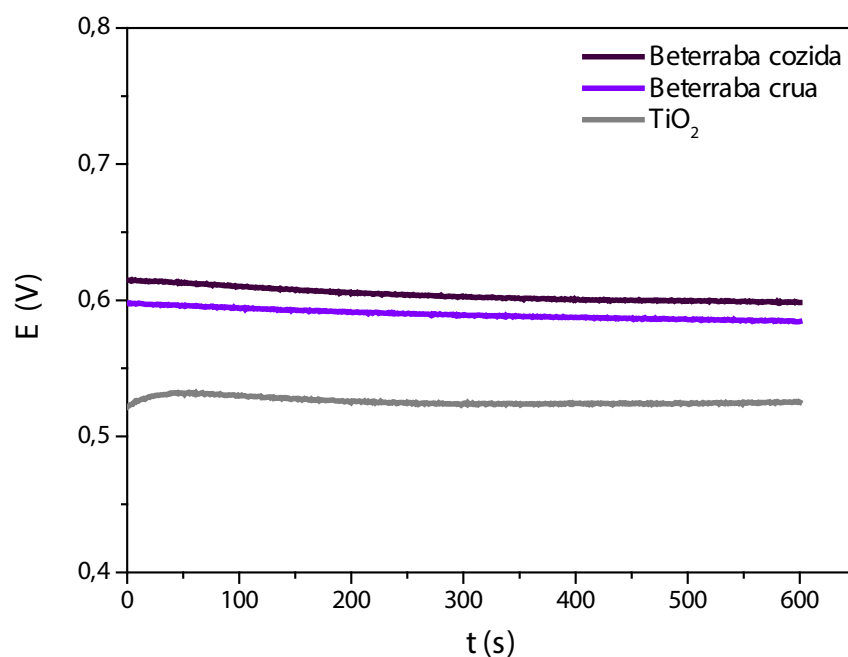


Figura 2- Curvas de Potencial de circuito aberto em função do tempo para as células analisadas

Fonte: Autor

Nota-se na Figura 2, que os sistemas com corantes apresentaram um maior valor de potencial quando comparado ao sistema com apenas  $\text{TiO}_2$ . Dentre os corantes analisados, o sistema produzido com o corante extraído da beterraba cozida, apresentou um maior valor de potencial, equivalente a 0,62 V que se manteve estável durante o tempo analisado (TRACTZ, 2016).

Na Figura 3, encontra-se a fotocronoamperometria das células produzidas.

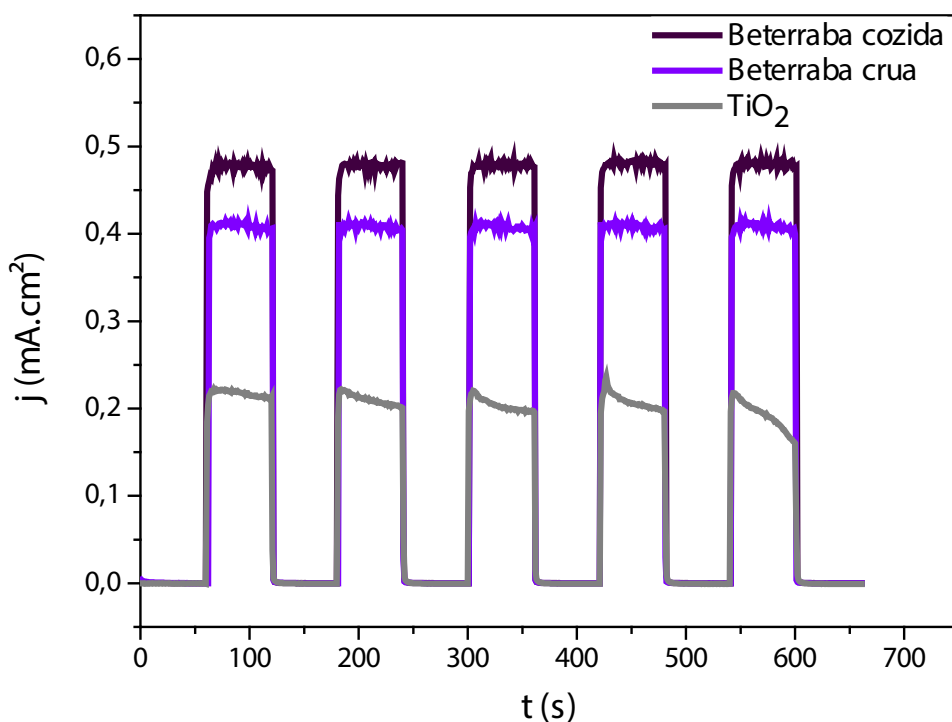


Figura 3- Curvas de fotocronoamperometria para as células analisadas

Fonte:Autor

Como mostrado na Figura 3, a célula apresenta fotossensibilidade, pois, quando a mesma é atingida por luz, há o aumento instantâneo na corrente e quando a luz é interrompida, a corrente decai. Verifica-se também uma ótima carga/descarga do sistema, devido a este comportamento de corrente (TRACTZ, 2016).

Para o corante extraído da beterraba cozida, o valor de corrente se manteve próximo a  $0,58 \text{ mAcm}^{-2}$ , e para com o corante da beterraba crua  $0,40 \text{ mAcm}^{-2}$ . Nota-se também que o  $\text{TiO}_2$  apresenta também uma corrente quando exposto a incidência solar, sendo mais baixa quando comparada com o uso de corantes e é relacionada a capacidade deste óxido produzir par elétrons – buraco quando exposto a radiação ultravioleta (AGNALDO, 2005). Pode-se afirmar também que o corante não se degrada durante o tempo de análise em que foi exposto, visto que em diferentes tempos a corrente se manteve constante.

Na Figura 4 são apresentadas as curvas  $j \times E$  para as células estudadas, e na Tabela 1 os parâmetros fotovoltaicos.

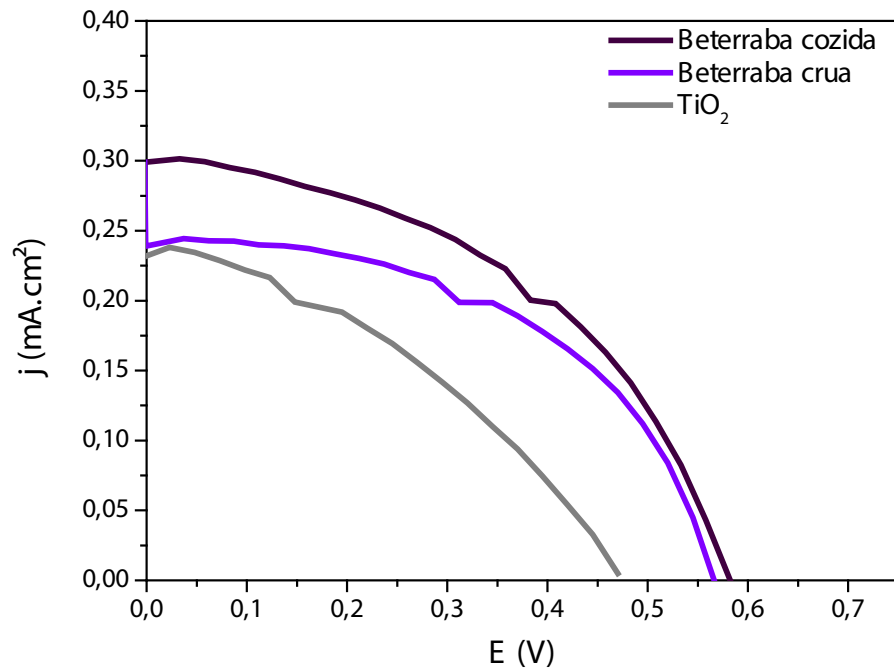


Figura 4- Curvas de densidade de corrente em função do potencial para as células analisadas

Fonte:Autor

Os resultados obtidos através da figura 4 mostram valores de correntes baixos para as células compostas com os corantes analisados. Utilizando a Equação 1 foi possível obter os valores de eficiência em transformação de energia, os resultados estão na Tabela 1.

Corante	Jcc ( $\mu\text{A cm}^{-2}$ )	Eca(V)	FF	$\eta(\%)$
Beterraba Crua	60,29	0,582	0,46	0,1614
Beterraba Cozida	48,85	0,566	0,509	0,1407

Tabela 1- Parâmetros fotovoltaicos para os sistemas analisados

Na Tabela 1, nota-se que a célula produzida com o corante extraído da beterraba crua, apresentou um maior valor de eficiência em aproveitamento de energia, próximo a  $\eta = 0,16014 \%$ . Percebe-se que há uma dependência da eficiência em função da corrente, para uma corrente maior a tendência é de um rendimento maior (Handfeldt et al., 2010). Acredita-se que há uma maior eficiência devido a maior absorvância no espectro analisado com o corante do extrato da beterraba crua, além de uma possível degradação ou sensibilidade do corante à altas temperaturas proveniente do cozimento da beterraba.

## CONCLUSÃO

É possível desenvolver células solares com baixo custo, através de corantes naturais, como o corante produzido a partir da beterraba.

As células solares compostas com corantes naturais extraídos da beterraba apresentam uma conversão de energia baixa quando comparadas com valores encontrados na literatura.

A célula que apresenta melhor eficiência em conversão energética é a produzida com o corante extraído da beterraba crua, com valor de  $\eta = 0,16\%$

A técnica de fotocronoamperometria demonstra que a célula não se degrada durante o tempo de análise.

O uso de outros produtos naturais que contenham antocianinas pode ser viável, o que contribui com o desenvolvimento sustentável, uma vez que as fontes de energia solar apresentam processo de geração de eletricidade mais simples do que a obtenção de energia através de combustíveis fósseis.

## REFERÊNCIAS

- [1] Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3ª ed. Brasília, 236 p. 2009.
- [2] Agnaldo, J. S; Bastos, J. B. V. Cressoni, J. C; Viswanathan, G. M. **Células solares de TiO<sub>2</sub> sensibilizadas por corante**. Revista Brasileira de ensino de Física. V28.N01.2006.
- [3] Alves Filho, J. **Matriz energética brasileira**. Janeiro: Mauad. 188 p. 79. 2003.
- [4] Armaroli, N.; Balzani, V.; **The future of energy supply: Challenges and opportunities**. Angew. Chem., Int. Ed, 46, 2. 2007
- [5] Brilhante, S. E. T; Neto, O; Alcantara, L. A; Bertini, L. M. **Determinação do teor de antocianinas e sua influência na variação da coloração dos extratos de flores do oeste potiguar**. IX congresso de iniciação científica do IFRN. Tecnologia e inovação para o semi árido. 2013.
- [6] Council, W. E.; **Survey of energy resources**. Disponível em: < [http://www.worldenergy.org/documents/ser2007\\_final\\_online\\_version\\_1.pdf](http://www.worldenergy.org/documents/ser2007_final_online_version_1.pdf) > Acesso em: Jan. de 2018.
- [7] Grätzel, M.; **Photoelectrochemical cells**. Nature. 414, 338. 2001.
- [8] Hangfeldt, A. Boschloo, G. Sun, L; Kloo, L; Pettersson, H. **Dye sensitized Solar Cells**. Chemical Reviews. Vol.110. N.11. 2010.
- Green, M. A.; Emery, K.; Hishikawa, Y.; Warta, W.; Dunlop, E. D.; **Prog. Photovoltaics Res. Appl.** 2012, 20, 12.
- [9] NOGUEIRA, A. F. **Células solares de “Grätzel” com eletrólito polimérico**. 185 f. Tese (Doutorado em Química). Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.
- [10] O’Regan, B; Gratzel, M; **A low cost, high efficiency solar cell based on dye sensitized colloidal TiO<sub>2</sub> films**. Nature. 353, 24. 1991



- [11]PARUSSULO, A. L. A. **Conceitos supramoleculares e morfologia interfacial em células solares de TiO<sub>2</sub>**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2013.
- [12]Sonai, G. G; Melo, M. A; Nunes, J.H.B, Junior, J. D.M; Nogueira, A. F. **Células solares sensibilizadas com corantes naturais. Um experimento introdutório sobre energia renovável para alunos de graduação**. Química Nova. Vol38. N10. 2015.
- [13]Tractz, G. T; Maia, G. A. R; Dias, B. V; Ignachwski, F; Rodrigues, P. R. P. **Avaliação da adsorção e estudo eletroquímico de células solares produzidas com TiO<sub>2</sub> e corante extraído do hibiscus**. Química Nova. 41, 5, 2018.
- [14]TRACTZ, Gideã Taques. **Uso de corantes comerciais e naturais na produção de células solares de TiO<sub>2</sub>**. 2016. 45f. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Estadual do Centro Oeste do Parana, Guarapuava, 2016.
- [15]Vichi, F. M.; Mansor, M. T. C. **Sintéticas alternativas para prevenção a poluição**. Química Nova, 32, 757. 2009.
- [16]Viomar, A; Maia, G. A. R; Scremin, F. R; Khalil, N. M; Cunha, M. T; Antunes, A. C; Rodrigues, P. R. P. **Influência do método de obtenção de partículas de Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> empregadas em células solares sensibilizadas por corante compostas de TiO<sub>2</sub>/ Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**. Revista Virtual de Química. 8.03. 889-900. 2016.
- [17]Vitoretto, A. B. F; Vaz, R; Pena, A. L; Ferrari, J. L; Shiavon, M. A. **Aplicação de dióxido de titânio em células solares**. Revista virtual de química. 4, 9. 2017.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**MÔNICA JASPER** é Doutora em Agronomia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2016), com graduação e Mestrado (2010) na linha de pesquisa Manejo Fitossanitário. Professora na Universidade Estadual de Ponta Grossa e no Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais, atuando principalmente nas disciplinas de Entomologia Geral e Aplicada, Manejo de culturas, Morfologia e Fisiologia Vegetal, Fitopatologia Geral e Aplicada, Biologia, Genética e Melhoramento Genético e Biotecnologia.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Ácidos graxos livres 1, 2, 9, 96, 97, 98, 99  
Agronegócio 68  
Álcool 2, 3, 12, 68, 69, 70, 71, 72, 93, 95  
Análise química imediata 75, 77, 78, 79  
ANOVA 38, 50, 51, 55, 70  
Antioxidante 12, 14, 16, 17, 18, 94  
Aprendizagem de máquinas 24, 26, 28  
Automação 41, 117, 118

### B

Biocombustível 50, 51, 57, 68, 69  
Biodiesel 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 37, 40, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 100, 101, 102, 125, 126, 128, 129, 130  
Biodigestor 117, 118, 119  
Bioenergia 41, 52, 59, 82, 100, 118, 119  
Bioetanol 50, 58  
Biogás 19, 20, 41, 45, 46, 49, 117, 118  
Biomass 18, 19, 20, 23, 25, 27, 34, 35, 37, 40, 75, 101, 106, 113, 114, 117, 121, 122, 123, 124, 129  
Biomassa florestal 24, 75, 118, 119  
Biosorbent 121, 122

### C

Carbonização da madeira 82  
Carvão vegetal 75, 76, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86  
Célula fotovoltaica 59, 60  
Celulase 50  
Cultivo 36, 37, 38, 39, 40, 70, 85, 91, 100

### D

Desenvolvimento sustentável 41, 60, 65, 99  
Domínio cerrado 103

### E

Eficiência energética 61, 82  
Energia 13, 41, 43, 44, 46, 47, 48, 49, 59, 60, 62, 64, 65, 66, 72, 75, 80, 82, 86, 87, 88, 90, 98, 99, 100, 118, 119, 120  
Energia da biomassa 75  
Energias renováveis 59, 60

Esterificação 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 100

Eucalipto 35, 75, 80, 82

Extrato vegetal 12, 14

## **G**

Geoestatística 103, 105, 107, 113, 115

Gestão ambiental 88

## **H**

Híbrido de eucalipto 82

## **I**

Inventário florestal 27, 103, 106

## **L**

Lignina 19, 52, 80

Lipídio 36

## **M**

Macaúba 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 102

Metano 19, 45, 46, 118

Mudanças climáticas 24, 25, 34, 60

## **O**

Óleo de girassol 1, 4, 5, 6, 9, 11

## **P**

Potencial energético 41, 47, 48, 49, 87, 88, 90

Pyroligneous Liquor 82, 125, 126, 127, 129

## **R**

Rede cooperativa 117

Regressão múltipla 24, 26, 31, 33, 34

Resíduo orgânico 68

Resíduos sólidos 19

## **S**

Sequestro de carbono 24, 25, 108, 114

Sociologia ambiental 88

Solanum tuberosum L 68, 72

## T

Transesterificação enzimática 88, 93, 97, 98, 99, 100

Transesterification 2, 10, 11, 88, 100, 125, 126, 127, 130

## W

Waste coking oil 125

Waste management 121

Water and wastewater treatment 121

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-629-4

