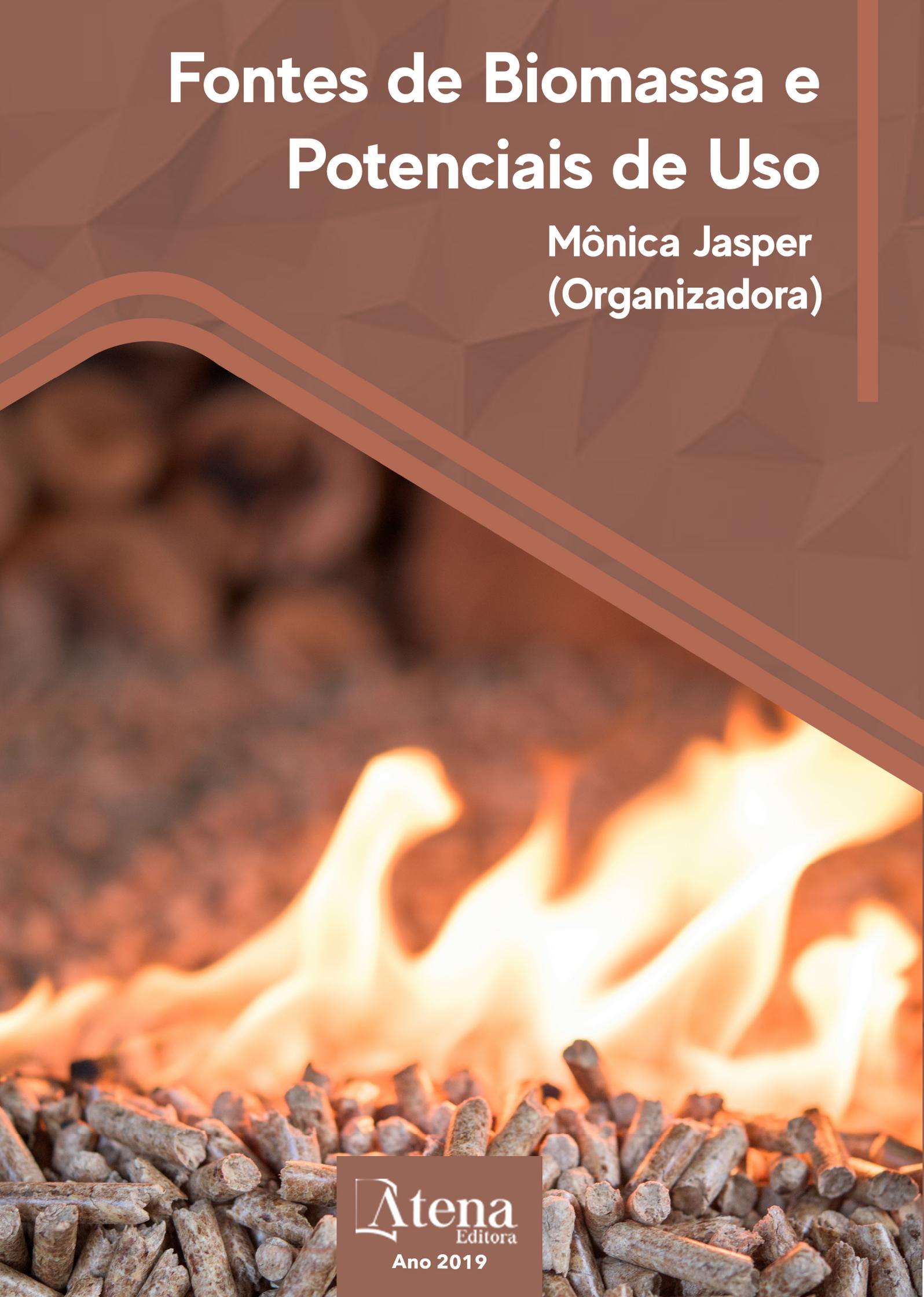


Fontes de Biomassa e Potenciais de Uso

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
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
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
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

CAPÍTULO 1	1
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	
DOI 10.22533/at.ed.2941916091	
CAPÍTULO 2	12
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	
DOI 10.22533/at.ed.2941916092	
CAPÍTULO 3	19
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	
DOI 10.22533/at.ed.2941916093	
CAPÍTULO 4	24
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	
DOI 10.22533/at.ed.2941916094	
CAPÍTULO 5	36
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	
DOI 10.22533/at.ed.2941916095	

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 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.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

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

Matheus Redel Finger

Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais
Santa Maria- RS

Rosimeire Cavalcante dos Santos

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias
Macaíba-RN

Elias Costa de Souza

Universidade de São Paulo, Departamento de Ciências Florestais
Macaíba-RN

Gabriel Raamon Santana Nunes

Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais
Santa Maria- RS

Izabelle Rodrigues Ferreira Gomes

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias
Macaíba-RN

Renato Vinícius Oliveira Castro

Universidade Federal de São João Del Rei, Departamento de Ciências Agrárias
São João Del Rei-MG

Stephanie Hellen Barbosa Gomes

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias
Macaíba-RN

Cynthia Patricia de Sousa Santos

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias
Macaíba-RN

Sarah Esther de Lima Costa

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias
Macaíba-RN

Gualter Guenter Costa da Silva

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias
Macaíba-RN

RESUMO: O objetivo do trabalho foi analisar o efeito de diferentes espaçamentos de plantio, na qualidade do carvão vegetal do clone híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus tereticornis*, implantado no Rio Grande do Norte, aos 4 anos de idade. Foram retirados discos do diâmetro à altura do peito (DAP), em cinco diferentes espaçamentos: 3,0 m x 0,5 m; 3,0 m x 1,5 m; 3,0 m x 3,0 m; 3,0 m x 5,0 m e 3,0 m x 6,5 m. Cada disco com 10 cm de espessura, foi dividido em 4 cunhas, onde duas cunhas de cada disco (denominadas A e B) foram utilizadas para realização da análise de rendimento gravimétrico. O processo de

carbonização teve duração de 6 horas, com temperatura final de 450°C. Foram feitas 2 repetições de cada tratamento. Os resultados mostraram que não influenciou o espaçamento para o rendimento em carvão, em licor pirolenhoso e em gases não condensáveis. O espaçamento de plantio não afetou significativamente a qualidade e a produção do carvão vegetal avaliado.

PALAVRAS-CHAVE: carbonização da madeira; carvão vegetal; eficiência energética; bioenergia; híbrido de eucalipto.

GRAVIMETRIC PERFORMANCE IN COAL OF *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus tereticornis* UNDER DIFFERENT PLANTING SPACINGS

ABSTRACT: The goal of this work was to analyze the effect of different planting spacings on the charcoal quality of the hybrid clone of *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus tereticornis*, implanted in Rio Grande do Norte, at the age of 4 years. Discs of the diameter at chest height (DAP) were removed in five different spacings: 3.0 m x 0.5 m; 3.0 m x 1.5 m; 3.0 m x 3.0 m; 3.0 m x 5.0 m and 3.0 m x 6.5 m. Each 10 cm thick disc was divided into 4 wedges, where two wedges of each disc (named A and B) were used to perform gravimetric analysis. The carbonization process lasted 6 hours, with a final temperature of 450 ° C / 842°F. Two replicates of each procedure were done. The results showed that there is no influence of the spacing for the yield on coal, pyroligneous liquor and on non-condensable gases. Planting spacing did not significantly affect the quality and production of charcoal which was evaluated.

KEYWORDS: carbonization of wood; charcoal; energy efficiency; bioenergy; hybrid eucalyptus.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil apresentou um aumento de 0,5% de área plantada de 2016 para 2017, possuindo atualmente uma área de 7,84 milhões de hectares ocupada por florestas plantadas. O setor de base florestal é responsável por 91% da madeira produzida das para fins industriais. Com base nos dados de 2016 os plantios de *Eucalyptus* preenchem 5,7 milhões de hectares da área de árvores plantadas do país (IBÁ, 2017).

Com a distribuição de sua vegetação de ocorrência exclusiva no Brasil, o bioma Caatinga apresenta uma grande variedade de espécies endêmicas distribuídas entre fauna e flora. Um dos usos mais tradicionais da madeira oriunda de espécies da Caatinga é para geração de energia, seja na forma de lenha ou carvão. A maior parte desta biomassa é proveniente de remanescentes de florestas nativas (MMA, 2009).

No Rio Grande do Norte, especificamente, aproximadamente metade da energia consumida nos setores industrial e residencial provem da lenha e este cenário apresenta tendências de aumento crescente de demanda nos próximos anos (RIO GRANDE DO NORTE, 2006). No referido Estado, as fábricas de cerâmica vermelha

ou estrutural, fábricas de gesso, siderúrgicas, indústria alimentícia e têxtil, além de olarias, padarias, casas de farinha e pequenas indústrias rurais são as principais unidades consumidoras de lenha e/ou carvão vegetal oriundas do bioma Caatinga. De acordo com dados do Sebrae (2013) o consumo médio mensal de lenha por região é 22.363 m³ (Grande Natal), 46.314 m³ (Região do Seridó), 26.390 m³ (Baixo Açu) e 7.777 m³ (Região Oeste), contabilizando um total de aproximadamente 103.000 m³ de lenha ao mês. Apesar de parte desta demanda por lenha ser abastecida a partir de podas de frutíferas (Cajueiro e Algaroba) é ainda do desmatamento ilegal que se origina 80% da oferta atual de lenha na região.

Os plantios de *Eucalyptus*, são uma grande alternativa ao uso da madeira nativa na produção madeireira no Brasil, e destacam-se entre as florestas plantadas devido ao seu rápido crescimento e alta produtividade (RAMOS *et al.*, 2011). A grande utilização das espécies desse gênero se deve pela adaptação a climas diversos, no que resulta a elevadas produtividades e bons índices de qualidade da madeira, para fins energéticos (ARAÚJO, 2018). O espaçamento de plantio é um dos fatores que podem influenciar na qualidade da madeira, e conseqüentemente, na produção e qualidade do carvão vegetal (ASSIS, 2012).

Nesse sentido, objetivou-se com esse trabalho analisar a influência dos diferentes espaçamentos no rendimento gravimétrico em carvão vegetal, licor pirolenhoso e gases não-condensáveis, do clone híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus tereticornis*, implantado no Rio Grande do Norte, sob diferentes espaçamentos.

2 | METODOLOGIA

Foram utilizadas madeiras do clone híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus tereticornis*, aos 4 anos de idade, provenientes de plantio em área experimental da Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias (UAECIA) da UFRN, localizada no município de Macaíba, no Estado do Rio Grande do Norte.

O corte para obtenção do material em estudo ocorreu em Janeiro de 2018, onde de 7 linhas por parcela, foram consideradas somente as três linhas centrais, desconsiderando duas linhas de cada lateral devido ao efeito de borda.

O espaçamento de plantio ocorreu em cinco níveis: 3,0 x 0,5m; 3,0 x 1,5m; 3,0 x 3,0m; 3,0 x 5,0m; 3,0 x 6,5m e foram feitas três repetições.

Foram derrubadas 3 árvores de cada tratamento, e foram obtidos discos de 10 cm de espessura, do diâmetro à altura do peito.

Cada disco foi dividido em 4 cunhas, onde foram utilizadas apenas 2 cunhas de cada disco, denominadas A e B, para o sorteio.

As cunhas sorteadas foram colocadas em estufa de circulação forçada, com temperatura de 100°C, por 24h.

Após a secagem, as cunhas selecionadas foram pesadas e colocadas em um

contêiner metálico, que foi levado para o interior do forno elétrico (mufla).

O controle da temperatura foi feito em diferentes marchas, com duração total de 6h, onde: 100°C por 60min; 150°C por 60min; 200°C por 60min; 250°C por 30min; 300°C por 30min; 350°C por 30min; 400°C por 30min; 450°C por 60min.

Foram feitas 2 repetições de cada tratamento. A coleta do licor pirolenhoso, foi feita por um sistema de condensação conectado a um kitasato, pesado previamente.

Para determinar o rendimento em carvão, em licor pirolenhoso e gases não condensáveis, foi feita a utilização das fórmulas:

$$RC = (PC / PM) * 100$$

$$RLP = (PL / PM) * 100$$

$$RGNC = 100 - (RC + RL)$$

Onde:

RC = rendimento em carvão (%)

RLP = rendimento em licor pirolenhoso (%)

RGNC = rendimento em gases não-condensáveis (%)

PC = peso do carvão

PM = peso seco dos cavacos de madeira

PL = peso do líquido pirolenhoso

As análises foram realizadas utilizando o programa BioEstat versão 5.3 sendo realizado o teste de normalidade, Shapiro Wilk, e, em seguida, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, posteriormente, foi realizada a análise de correlação entre os dados.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, encontram-se os valores médios das características avaliadas no carvão vegetal no DAP, de diferentes espaçamentos.

Espaçamentos (m)	DAP (%)		
	RC	RLP	RGNC
3,0 x 0,5	34.36 a	37.40 a	28.23 a
3,0 x 1,5	34.83 a	40.03 a	25.14 a
3,0 x 3,0	37.20 a	33.80 a	29.00 a
3,0 x 5,0	37.62 a	31.72 a	30.65 a
3,0 x 6,5	34.76 a	29.00 a	36.27 a

Tabela 1 – Valores médios dos rendimentos gravimétricos, das cunhas do DAP, em função do espaçamentos.

Em que: RC (rendimento em carvão), DAP (diâmetro à altura do peito), RLP (rendimento em licor pirolenhoso), RGNC (rendimento em gases não-condensáveis). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferenciam estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pela análise de variância, observou-se que a interação rendimento em carvão x

espaçamento foi não significativa. Observou-se, ainda, que o efeito do espaçamento de plantio foi não significativo a 5%, evidenciando que as variáveis analisadas – rendimentos em carvão vegetal, líquido pirolenhoso – no carvão vegetal, proveniente dos diferentes espaçamentos de cultivo, são estatisticamente iguais (Tabelas 1).

Os rendimentos em líquido pirolenhoso e em gases também não foram influenciados pelo espaçamento. Neves et al. (2011), encontraram valores inferiores de rendimento em carvão, com médias de 30,89 e 32,08% para o carvão vegetal de clones de *Eucalyptus*, produzido na mesma temperatura final de carbonização (450°C).

Rocha (2011) encontrou valores médios para o rendimento gravimétrico do carvão variando entre 28,01% e 30,08%, ao estudar a influência do espaçamento sobre a qualidade energética do carvão vegetal de clones híbridos de *Eucalyptus grandis* × *Eucalyptus camaldulensis*, aos 4 anos de idade, sendo esses valores inferiores aos encontrados neste trabalho (Tabelas 1). Esse resultado demonstra o potencial de utilização da madeira proveniente do clone nos espaçamentos avaliados para a produção de carvão vegetal.

Levando-se em conta a homogeneidade dos valores médios observados para o rendimento gravimétrico em carvão vegetal, pode-se afirmar que povoamentos no espaçamento 3 × 0,5 m podem ser utilizados, garantindo a qualidade e a produção do carvão vegetal, sem comprometimento, do clone de *Eucalyptus urophylla* × *Eucalyptus tereticornis*.

4 | CONCLUSÕES

Os diferentes espaçamentos do plantio, não influenciaram significativamente no rendimento gravimétrico em carvão, licor pirolenhoso e gases não condensáveis, da madeira do clone híbrido de *Eucalyptus urophylla* × *Eucalyptus tereticornis* aos quatro anos de idade.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A.C.C et al. Propriedades energéticas da madeira e do carvão vegetal de *Cenostigma macrophyllum*: subsídios ao uso sustentável. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 38, jul. 2018. ISSN 1983-2605. Disponível em: <<https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/1546>>. Acesso em: 07 ago. 2018. doi:<https://doi.org/10.4336/2018.pfb.38e201701546>.

ASSIS, M.R. et al. Qualidade e rendimento do carvão vegetal de um clone híbrido de *Eucalyptus grandis* × *Eucalyptus urophylla*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 71, p. 291, set. 2012. ISSN 1983-2605. Disponível em: <<https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/359>>. Acesso em: 07 ago. 2018. doi:<https://doi.org/10.4336/2012.pfb.32.71.291>.

IBA. Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório Ibá 2017**, São Paulo, 33 p, 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Caatinga. **Biomass**. 2009. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em 07.08.2018.

NEVES, T.A.; PROTÁSIO T.P.; COUTO A.M.; TRUGILHO, P.F.; SILVA V.O.; VIEIRA C.M.M.; Avaliação de clones de *Eucalyptus* em diferentes locais visando à produção de carvão vegetal. **Pesquisa Florestal Brasileira** 2011; 31(68): 319-330. <http://dx.doi.org/10.4336/2011.pfb.31.68.319>

RAMOS, L.M.A.; LATORRACA, J.V.F.; PASTRO, M.S.; SOUZA, M.T.; GARCIA, R.A.; CARVALHO, A.M. Variação radial dos caracteres anatômicos da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e idade de transição entre lenho juvenil e adulto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.39, n.92, p.411-418, 2011.

SEBRAE/RN. **Diagnóstico da Indústria Cerâmica Vermelha do Rio Grande do Norte**. Natal/RN: relatório final – Natal: Sebrae/RN, 2013.

RIO GRANDE DO NORTE (ESTADO). Secretaria Extraordinária de Energia e Secretaria de Desenvolvimento Econômico (SEDEC). Balanço energético do Estado do Rio Grande do Norte 2006: Ano Base 2005. **SEDEC: Natal**, 2006. 103 p. (Série Informações Energéticas, 1).

ROCHA, M.F.V.; **Influência do espaçamento e da idade na produtividade e propriedades da madeira de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis* para energia** [dissertação]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2011.

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

