



Jéssica Aparecida Prandel
(Organizadora)

Agroecologia: Caminho de Preservação do Meio Ambiente 2



Jéssica Aparecida Prandel
(Organizadora)

Agroecologia: Caminho de Preservação do Meio Ambiente 2

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editores: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

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

Prof^a Dr^a 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^a Dr^a Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof^a Dr^a Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – 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

Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Prof^a Dr^a Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernando da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Prof^a Dr^a Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof^a Dr^a 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

Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
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 Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
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
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
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 Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Prof. Me. Heriberto Silva Nunes Bezerra – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Prof^a Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
A281	<p>Agroecologia [recurso eletrônico] : caminho de preservação do meio ambiente 2 / Organizadora Jéssica Aparecida Prandel. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-016-2 DOI 10.22533/at.ed.162202904</p> <p>1. Agroecologia. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Ecologia agrícola. I. Prandel, Jéssica Aparecida.</p> <p style="text-align: right;">CDD 630.2745</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Agroecologia: Caminho de preservação do meio ambiente 2 ” apresenta em seus 19 capítulos discussões de diversas abordagens acerca do respectivo tema, que vem com o intuito de potencializar e fortalecer o desenvolvimento sustentável a partir da Educação Ambiental.

Podemos conceituar a palavra “Agroecologia” como uma agricultura sustentável a partir de uma perspectiva ecológica, que incorpora questões sociais, políticas, culturais, ambientais, éticas, entre outras.

Com o crescimento acelerado da população observamos uma pressão sobre o meio ambiente, sendo necessário um equilíbrio entre o uso dos recursos naturais e a preservação do mesmo para promover a sustentabilidade dos ecossistemas.

Vivemos em um mundo praticamente descartável e em uma sociedade extremamente consumista. Sendo assim a criação de práticas sustentáveis são imprescindíveis para compreender o espaço e as modificações que ocorrem na paisagem, baseando-se nos pilares da sustentabilidade “ecologicamente correto, socialmente justo e economicamente viável”. Neste contexto, o principal objetivo da sustentabilidade é atender as necessidades humanas sem prejudicar o meio ambiente e preservar o nosso Planeta.

Sendo assim, este volume é dedicado aos trabalhos relacionados às diversas áreas voltadas a Agroecologia e a preservação do meio ambiente. Desejamos aos leitores uma profunda reflexão a cerca do tema exposto, que se faz necessária no atual momento em que vivemos.

Os organizadores da Atena Editora entendem que um trabalho como este não é uma tarefa solitária. Os autores e autoras presentes neste volume vieram contribuir e valorizar o conhecimento científico. Agradecemos e parabenizamos a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, a Atena Editora publica esta obra com o intuito de estar contribuindo, de forma prática e objetiva, com pesquisas voltadas para este tema.

Jéssica Aparecida Prandel

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A CONSTRUÇÃO DE TERRÁRIOS COMO FERRAMENTA PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL	
Távila da Silva Rabelo Natália de Freitas Oliveira Anna Érika Ferreira Lima	
DOI 10.22533/at.ed.1622029041	
CAPÍTULO 2	11
AGROECOLOGIA, RACIONALIDADE AMBIENTAL E RESISTÊNCIA	
Irma Catalina Salazar Bay Gabriel Stahl Reese Frigo	
DOI 10.22533/at.ed.1622029042	
CAPÍTULO 3	16
APROVEITAMENTO DE MICA EM SISTEMA PRODUTIVO DE RABANETE FERTILIZADO COM BIOFERTILIZANTE BOVINO E COBERTURA COM FIBRA DE COCO	
José Lucínio de Oliveira Freire Maria Nazaré Dantas de Sousa Tadeu Macryne Lima Cruz Ígor Torres Reis	
DOI 10.22533/at.ed.1622029043	
CAPÍTULO 4	32
CARACTERIZAÇÃO DE PRODUTOS DA COMUNICAÇÃO POPULAR DA ARTICULAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO (ASA) NO PROCESSO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	
Diêgo Alves de Souza Kaíque Mesquita Cardoso Paloma Silva Oliveira Daíse Cardoso de Souza Bernardino Leonardo Souza Caires	
DOI 10.22533/at.ed.1622029044	
CAPÍTULO 5	41
CARACTERIZAÇÃO FINANCEIRA DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA DE VARGINHA, RIBEIRÃO BRANCO-SP	
Letycya Cristina Barbosa Vieira Millene Ribeiro Cavalcante	
DOI 10.22533/at.ed.1622029045	
CAPÍTULO 6	47
COMERCIALIZAÇÃO DOS FRUTOS DE JUÇARA (EUTERPE OLERACEA): UMA ALTERNATIVA DE RENDA E DE PRESERVAÇÃO DA SOCIOBIODIVERSIDADE EM MORROS/MA	
Laura Rosa Costa Oliveira Merval Ribeiro da Silva Filho	
DOI 10.22533/at.ed.1622029046	

CAPÍTULO 7 52

DESENVOLVIMENTO INICIAL DA CULTURA DO MILHO EM SOLOS TRATADOS COM ADUBAÇÕES BIOLÓGICA E MINERAL

Larissa Dione Alves Cardoso

Daniela Freitas Rezende

DOI 10.22533/at.ed.1622029047

CAPÍTULO 8 58

EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS E DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE PORANGABA (*Cordia ecalyculata* VELL.), PROVENIENTES DE FRUTOS EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

Cristina Batista de Lima

Carlos Alberto Michetti

Guilherme Augusto Shinozaki

Júlio César Altizani Júnior

DOI 10.22533/at.ed.1622029048

CAPÍTULO 9 69

EVOLUÇÃO BIOENERGÉTICA: MATÉRIAS-PRIMAS PARA A PRODUÇÃO DE BIOETANOL DE SEGUNDA GERAÇÃO

Jesieli Beraldo Borrazzo

Grace Anne Vieira Magalhães Ghiotto

Viviane Fátima de Oliveira

Viviane Medeiros Garcia Cunha

DOI 10.22533/at.ed.1622029049

CAPÍTULO 10 81

EXTRATOS HIDROALCÓOLICOS DE *Annona squamosa* L. E *Annona muricata* L. (ANONNACEAE) NA MORTALIDADE DE PULGÕES DA FAMÍLIA APHIDIDAE EM MOSTARDA

Renato de Souza Martins da Silva

Luciana Cláudia Toscano

Gabriel Rodrigo Merlotto

DOI 10.22533/at.ed.16220290410

CAPÍTULO 11 88

FABRICAÇÃO DE PÃO DE QUEIJO COM MASSA DE BETERRABA E RECHEIO DE CENOURA

Mayara Santos Scuzziatto

Alexsandro André Loscheider

Débora Fernandes da Luz

Anderson Luis Fortine

Lucas Henrique Dos Santos

Henrique Gusmão Alves Rocha

Margarete Griebeler Fernandes

Gustavo Donassolo Toreta

Joelson Adonai Czcza

Douglas Klein

Stéfani de Marco

Gert Marcos Lubeck

DOI 10.22533/at.ed.16220290411

CAPÍTULO 12	99
IMPLANTAÇÃO DE UM PROJETO AGROECOLÓGICO PARA PEQUENOS AGRICULTORES SEM TERRA	
Eliana Lutzgarda Collabina Ramirez Abrahão Glécia Virgolino da Silva Luz	
DOI 10.22533/at.ed.16220290412	
CAPÍTULO 13	107
INOCULACIÓN CON <i>Rhizobium</i> SP, <i>Trichoderma</i> SP Y APLICACIÓN DE BIOFERTILIZANTES SOBRE EL RENDIMIENTO DE FRIJOL (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	
Llanos Flor de Maria Coaquira Huaríngua Joaquín Amelia Juscamaita Morales Juan Flor de Maria Coaquira Llanos	
DOI 10.22533/at.ed.16220290413	
CAPÍTULO 14	117
MEIO AMBIENTE E AGROECOLOGIA: NOVAS POSSIBILIDADES NA ESCOLA DO CAMPO	
Gislaine Cristina Pavini Maria Lucia Ribeiro Vera Lúcia Botta da Silveira Ferrante Joviro Adalberto Junior Antonio Wagner Pereira Lopes	
DOI 10.22533/at.ed.16220290414	
CAPÍTULO 15	129
PERCEPÇÃO DOS CONSUMIDORES DA REDE SOLIDÁRIA SISCOS	
Juliana Sobreira Arguelho Rafael Pereira de Paula Jeferson Sampaio da Silva Adriana Costa Matheus Sorato Marla Leci Weihs	
DOI 10.22533/at.ed.16220290415	
CAPÍTULO 16	136
POLINIZAÇÃO DE DUAS ESPÉCIES SIMPÁTRICAS NO CERRADO DE SÃO PAULO, BRASIL	
Alexandra Aparecida Gobatto Maria Neysa Silva Stort Waldir Mantovani	
DOI 10.22533/at.ed.16220290416	
CAPÍTULO 17	153
PRODUÇÃO DE FLORESTAS EM PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS	
Paloma Silva Oliveira Kaíque Mesquita Cardoso Anselmo Eloy Silveira Viana Adalberto Brito de Novaes Leonardo Souza Caires	
DOI 10.22533/at.ed.16220290417	

CAPÍTULO 18 170

**PRODUZIR PARA CONSERVAR: GESTÃO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA
REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM – O CASO DO PROJETO AGROVÁRZEA**

Amanda Paiva Quaresma
Rozangela Sousa da Silva
Yasmin Alves dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.16220290418

CAPÍTULO 19 176

**SOMOS MULHERES QUILOMBOLAS: RESISTINDO E CONSTRUINDO AUTONOMIA
EM SISTEMAS ALIMENTARES SAUDÁVEIS**

Cristiane Coradin
Carla Fernanda Galvão Pereira
Islandia Bezerra

DOI 10.22533/at.ed.16220290419

SOBRE A ORGANIZADORA..... 197

ÍNDICE REMISSIVO 198

EVOLUÇÃO BIOENERGÉTICA: MATÉRIAS-PRIMAS PARA A PRODUÇÃO DE BIOETANOL DE SEGUNDA GERAÇÃO

Data de aceite: 17/04/2020

Data da Submissão: 27/02/2020

Jesieli Beraldo Borrazzo

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Biotecnologia, Genética e Biologia Celular, Laboratório de Biotecnologia Microbiana (LBIOMIC), Maringá, PR.

CV: <http://lattes.cnpq.br/5022659591209605>

Grace Anne Vieira Magalhães Ghiotto

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Biotecnologia, Genética e Biologia Celular, Laboratório de Gestão, Controle e Preservação Ambiental (LCHbio), Maringá, PR.

CV: <http://lattes.cnpq.br/1884595435024376>

Viviane Fátima de Oliveira

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Biotecnologia, Genética e Biologia Celular, Laboratório de Cultura de Tecidos e Eletroforese Vegetal (LCTEV), Maringá, PR.

CV: <http://lattes.cnpq.br/0306246140656115>

Viviane Medeiros Garcia Cunha

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Biotecnologia, Genética e Biologia Celular, Laboratório de Gestão, Controle e Preservação Ambiental (LCHbio), Maringá, PR.

CV: <http://lattes.cnpq.br/6609990704649575>

RESUMO: A evolução na geração de energia afetou positivamente o cenário energético mundial, na qual o chamado combustível verde

tem-se revelado promissor, especialmente pelo apelo da necessidade de fontes alternativas de energia ao petróleo. O uso de materiais lignocelulósicos como matéria-prima para produção de bioetanol, tem sido investigado com grande interesse nos últimos anos, por ser considerado todo aquele proveniente de subprodutos florestais, como madeira, subprodutos agroindustriais e industriais como bagaço de cana-de-açúcar, espigas de milho, palha de arroz e de trigo, todos resultantes de processamentos, ou seja, toda matéria orgânica que se constitui em biomassa. Análogo ao Brasil e EUA, vários países buscam uma matriz energética eficiente com base em culturas similares a cana-de-açúcar, uma vez que a partir do bagaço da cana-de-açúcar, subproduto proveniente da produção de etanol de primeira geração (1G), é possível a inclusão de novos processos de geração de etanol denominado de segunda geração (2G). Neste sentido, diversas inovações produtivas foram empregadas para a obtenção de bioetanol derivado de material lignocelulósico e há grandes esforços em pesquisa por todo o mundo, sobre o emprego de novas tecnologias para o alcance e melhoramento desta fonte renovável de energia. Esta revisão fornece uma visão geral da produção de bioetanol 2G, que se distingue da 1G e subseqüentes gerações de biocombustíveis pelo uso de biomassa

lignocelulósica como matéria-prima.

PALAVRAS-CHAVE: biomassa. Lignocelulose. Biocombustíveis. 2G.

BIOENERGY EVOLUTION: RAW MATERIALS FOR THE PRODUCTION OF BIOETHANOL OF SECOND GENERATION

ABSTRACT: The evolution in energy generation has positively affected global energy prospects, in which so called green fuel has been promising, especially in response to the need for alternative non-fossil fuel sources of energy. The use of lignocellulosic materials as a raw material for the production of bioethanol has been investigated with great interest in recent years, this is due to the fact that everything that comes from forest by-products such as wood, agroindustrial and industrial by-products such as sugarcane bagasse, ears of corn, rice straw and wheat, all resulting from processing, that is, all organic matter that is constituted in biomass is a potential source. Analogous to Brazil and the United States, several countries are looking for an efficient energy matrix based on crops similar to sugar cane. From sugarcane bagasse, a byproduct from the production of first generation ethanol (1G), it is possible to include new generation processes called second generation ethanol (2G). In this sense, several productive innovations were used to obtain bioethanol derived from lignocellulosic material and there are great research effort around the world on the use of new technologies to reach and improve this renewable energy source. This review provides an overview of the production of 2G bioethanol, which differs from 1G and subsequent generations of biofuels by the use of lignocellulosic biomass as feedstock.

KEYWORDS: biomass. Lignocellulosic. Biofuels. 2G

1 | INTRODUÇÃO

O uso excessivo do petróleo e seus derivados ocasionaram problemas cada vez mais evidentes, como a previsão do esgotamento das principais fontes de petróleo até a metade do século vigente (SINGH; SINGH, 2010). No entanto, tornou possível a busca por combustíveis com menor emissão de gases poluentes e causadores de efeito estufa (DU et al., 2011), e a busca por fontes não alimentícias para a produção de biocombustíveis, já que esta competição pode ter aumentado o valor dos alimentos em 75 % (GONZALÉZ et al., 2008). Recentemente a União Europeia sancionou um tratado para seus países membros, determinando que estes deverão adotar a substituição de 10 % de todo combustível de origem fóssil para biocombustíveis até 2020, mediante a preocupação das mudanças climáticas e impactos ambientais, atribuídas a utilização dos combustíveis fósseis (PERCIVAL ZHANG, 2008; XAVIER et al., 2010).

Para enfrentar esses desafios no setor energético e ambiental, alternativas sustentáveis, renováveis e economicamente viáveis, como o uso de biocombustíveis,

torna-se uma opção ideal para o meio ambiente global (BALAT; BALAT, 2008; DEMIRBAS, 2009). Uma vez que, matérias-primas de composição lignocelulósica se constituem em um substrato promissor para produção de biocombustíveis, por possuírem fontes consideradas inesgotáveis e fora de danos permanentes, bem como, por serem prontamente e localmente disponíveis (ACHINAS; EUVERINK, 2016).

Para a produção de bioetanol proveniente da biomassa lignocelulósica, denominada como bioetanol de segunda geração (2G), podem ser empregadas fontes de biomassas biodegradáveis e residuais, como resíduos industriais, florestais, vegetais entre outros (KNAUF; MONIRUZZAMAN, 2004). Consideráveis quantidades de material lignocelulósicos são gerados no planeta, sendo a destinação aplicada para esses resíduos pouco valorizada, o que caracteriza uma perda relevante do potencial energético residual (LIMA et al., 2013). Além de se destacar pelo seu potencial energético, a biomassa também possui vantagens como o baixo custo de produção (JIMÉNEZ-GONZÁLEZ ; WOODLEY, 2010), e a baixa emissão de carbono (BALAT; BALAT, 2008).

A produção de bioetanol (2G), utiliza os polissacarídeos existentes na parede celular vegetal dos resíduos (DU et al., 2011). Esses materiais possuem polímeros de carboidratos de celulose e hemicelulose, que compreendem até dois terços do material lignocelulósico presente na biomassa, resultando através da hidrólise, em compostos fermentáveis necessários para a produção do etanol, como a xilose e a glicose (WALTER; ENSINAS, 2010).

Levando em consideração que a produção de bioetanol lignocelulósico pode ser uma das mais importantes alternativas para a produção de combustível renovável, esta revisão tem como objetivo, comparar os diferentes tipos de matéria-prima empregados na produção do bioetanol 2G, bem como tecnologias envolvidas nos processos.

2 | METODOLOGIA DA PESQUISA

Foi realizado um levantamento nas bases de dados Scopus, Science Direct, SciFinder e Google Scholar, no período de 2006 a 2018, usando restrições ou combinações de termos: “Bioethanol”, “Feedstock”, “Second generation” e “Lignocellulosic”. Os termos foram comentados nos itens: 3.Fortalecimento do bioetanol no setor energético; 4.Superação de obstáculos na manufatura de bioetanol lignocelulósico; 5.Variação de fontes alternativas de lignocelulose utilizados na geração de bioetanol.

3 | FORTALECIMENTO DO BIOETANOL NO SETOR ENERGÉTICO

Utilizado no Brasil desde 1930, a primeira crise do petróleo na década de 1970, fortaleceu o uso do etanol mediante políticas e estratégias governamentais, que culminaram no programa Proálcool, estabilizando o uso do etanol no setor automobilístico. Sua expansão foi promovida por meio de matérias-primas, inicialmente como mandioca e cana-de-açúcar e posteriormente, a consolidação da cana-de-açúcar introduzida na matriz energética nacional como principal matéria-prima de produção (LEITE; LEAL, 2007).

A estabilidade do etanol no Brasil foi resultado de políticas públicas extensivas que estruturaram a cadeia de produção de matérias-primas, estabilizaram preços mediante oscilação do mercado externo, consolidaram a industrialização, infraestrutura e escalas de produção. Tornando assim o Brasil, líder mundial na produção de cana-de-açúcar (PUERTO RICO; MERCEDES; SAUER, 2010). Deste modo, a inserção de frota de automóveis adaptados à utilização do etanol hidratado e a adição de etanol anidro à gasolina, fez com que o país alcançasse a meta inicial do programa em menos de dez anos, aumentando a produção do etanol de 600.000 L/ano para 3 bilhões de L/ano (SOCCOL et al., 2010).

No ano de 2006, a adição de etanol à gasolina também adotada pelos Estados Unidos, representou 99 % dos biocombustíveis consumidos, esperando-se maiores quantidades para 2012, em consequência igualmente de incentivos do governo. Estas duas intervenções governamentais possibilitaram ao bioetanol uma posição de destaque mundial entre os biocombustíveis, tornando-o o mais comum combustível de fonte renovável, conduzindo na época o Brasil juntamente com os EUA, a serem considerados os maiores produtores de etanol no mundo (FARREL et al., 2006).

4 | SUPERAÇÃO DE OBSTÁCULOS NA MANUFATURA DE BIOETANOL LIGNOCELULÓSICO

Vários desafios são encontrados na produção de bioetanol de matérias-primas lignocelulósicas. A produção de biocombustíveis deve considerar análises ambientais, energéticas e econômicas, desde a matéria-prima e tecnologias empregadas, como da cadeia de produção. O etanol 2G é um combustível com valores positivos gerais, e seus coprodutos contribuem positivamente na valorização da cadeia de produção (FARREL et al., 2006).

O rendimento de etanol mediante uma nova matéria-prima depende do tipo de biomassa empregada, da reação entre substrato e enzima, bem como de compostos de inibição de leveduras fermentadoras. Assim, a produção de bioetanol lignocelulósico requer a preparação da matéria-prima antes do processo de fermentação (ROBAK; BALCEREK, 2018).

A principal dificuldade no processo são as altas quantidades de lignina contida nos resíduos, pois os polissacarídeos presentes na parede celular na forma de hemicelulose que se constitui em: xilose, manose, galactose, arabinose, dentre outros; e na forma celulósica: glicose, representam os substratos que podem ser convertidos em bioprodutos, através da fermentação dos açúcares de cinco carbonos (KUMAR et al., 2009). Porém, a complexidade da estrutura da parede celular mediante a ligação da lignina as frações de hemicelulose e celulose, é o principal obstáculo no acesso aos açúcares de elevado grau de pureza, devido à necessidade do emprego de enzimas celulolíticas, que possuem alto custo e a consequente liberação de compostos inibidores de fermentação (WYMAN, 2007).

A degradação enzimática da lignina é lenta, dispendiosa e inviável para escala industrial, sugerindo a destinação para a produção de energia térmica, por meio de queima (FISHER et al., 2008). O bagaço de cana queimado em caldeira pode gerar vapor, podendo ser empregado na cogeração de eletricidade, que também pode ser convertida em outros combustíveis por gaseificação (TEW; COBILL, 2008).

Dentre esses desafios, a descoberta e o desenvolvimento de produtores eficientes de etanol capazes de converter pentoses em etanol se fazem primordiais, pois são poucos os microrganismos conhecidos como biocatalizadores naturais. Através do emprego de técnicas biotecnológicas, é possível obter microrganismos geneticamente projetados e selecionar linhagens com propriedades necessárias para produção industrial de bioetanol, como exemplo, realizar a introdução de genes codificadores do metabolismo de xilose, otimizando assim, o processo de fermentação (ROBAK; BALCEREK, 2018).

Sob o ponto de vista aplicado no processo, o termo emergia foi criado para especificar a energia em Joules (J), usada direta ou indiretamente, na produção de outro tipo de energia (ODUM; ODUM; BLISSETT, 1987). Avaliação de impactos ambientais, econômicos e emergéticos, causados pela plantação de cana-de-açúcar em áreas desmatadas de Mata Atlântica, analisaram a emergia despendida em forma de chuva, vento, sol, solo, água, entre outros fatores relacionados. Comparando a transformação em etanol da cana-de-açúcar com culturas de milho, trigo e mandioca, a cana-de-açúcar é a mais emergética, custando 43,5 % no uso de nitrogênio, herbicidas, mecanização e utilização de energia não renovável, embora seja a cultura mais sustentável. Assim, por meio desta avaliação, os processos de produção empregados na indústria energética podem ser otimizados, valorizando a cultura utilizada (DA VITÓRIA; RODRIGUES, 2016) the expansion of sugarcane cultivation in Brazil and its growing importance in the Brazilian economy have been driven by a sharp increase in fuel alcohol production. This increase in fuel alcohol production was accompanied by increasing interest regarding the impacts of fuel crops in Brazil. In this study, regions of sugarcane expansion into deforested areas in the Atlantic

Forest were studied by applying the emergy theory and indices. Environmental and economic inputs and the sustainability of the sugarcane production system were evaluated with the emergy method. The transformity (TR).

5 | VARIAÇÃO DE FONTES ALTERNATIVAS DE LIGNOCELULOSE UTILIZADOS NA GERAÇÃO DO BIOETANOL

Buscando por novas fontes lignocelulósicas, estudos utilizaram simultaneamente sacarificação e fermentação da celulose presente no lodo de fábrica de papel, fermentando 30 g de celulose com adição de solução tampão de fósforo, obtendo rendimento de 12,7 mL com concentração de 42 % de etanol, evidenciando os resíduos da fábrica de papel (UMEDA; YOSHIMURA, 2006). Já em análises com subprodutos agrícolas, o rendimento máximo de 65,82 % de etanol a partir de resíduos agrícolas de trigo, cevada, milho e sorgo doce foi alcançado, com utilização de pré-tratamento químico e hidrólise enzimática (CHEN et al., 2007).

A produção de bioetanol a partir de resíduos de coco de palma residual de biodiesel, gerou açúcares fermentáveis em torno de 6 a 27 %. A tusa e fibra foram submetidos a pré-tratamento com ácido diluído e hidrólise enzimática, determinando conter estes maiores quantidade de açúcar, baixa quantidade de lignina e alta quantidade de hemicelulose e celulose (GONZÁLEZ et al., 2008).

Nos estudos conduzidos com pinheiro de Loblolly, a biomassa de madeira sofreu pré-tratamento com solução de ácido fraco e adição de temperatura, obtendo-se cerca de 65 % de celulose e hemicelulose e 27 % de lignina, rendendo açúcares como xilose, manose, arabinose e galactose (FREDERICK JR et al., 2008).

Visto que, outros países buscam uma matriz energética eficiente, com base em culturas similares com a cana-de-açúcar (DIAS et al., 2009), a produção de etanol em larga escala a partir da biomassa de uma espécie perene de gramínea, encontrada na Argentina, mostrou alta viabilidade. A chamada switchgrass (*Panicum virgatum* L.), além de apresentar melhor custo desempenho considerados competitivos à produção de combustíveis fóssil, também foi convertida em pallets, podendo ser exportada como produto bioenergético para outros países (DAM et al., 2009). Já na Itália, a avaliação do rendimento energético entre três culturas perenes também de gramíneas comuns da região, apresentou cana-do-reino (*Arundo donax* L.), com resultados significativos, demonstrando assim, ser uma cultura promissora energeticamente (MANTINEO et al., 2009).

No Canadá, fontes de biomassas comuns e mais disponíveis no país, como palha de cevada, de linho, de trigo e madeira de pinho, são candidatos potenciais à produção de etanol lignocelulósico. A caracterização físico-química das amostras foi realizada através do método calorímetro de bomba estática. Os resíduos de madeira

de pinho apresentaram composição química com altas taxas de carboidratos potencialmente fermentáveis, alto poder calorífico e desvolatilização, além de baixo teor de cinzas e lignina, demonstrando que a madeira de pinho é uma alternativa eficiente para geração de biocombustível (NAIK et al., 2010). Através de análise por cromatografia gasosa de polpa de café acrescida dos resíduos de seu processamento (mucilagem), permite um rendimento de etanol de 25,44 kg/m³ resultante de 64,40 kg/m³ de açúcares totais, o que equivale a 77,29 % de rendimento para produção de etanol (NAVIA; VELASCO; HOYOS, 2011).

Certas espécies de macro e microalgas são capazes de produzir etanol durante fases de seu ciclo celular, além de acumularem amido e celulose, gerando portanto, resíduos para produção de biomassa. Como estão em abundância em diversos habitats no planeta, podem ser consideradas um modelo inovador de biorreator de energia sustentável, destinadas à bioconversão do etanol, de maneira ecológica e renovável (JOHN et al., 2011).

Avanços significativos foram alcançados através de engenharia genética de culturas energéticas potenciais. Tendo como exemplo a switchgrass, seu genoma foi modificado para limitar a expressão do ácido caféico para o gene da 3-O-metiltransferase (COMT). Esta modificação permitiu reduzir em aproximadamente 10 % o seu conteúdo de lignina (FU et al., 2011).

Matérias-primas para a produção de etanol lignocelulósico com menor recalcitrância são desejáveis, uma vez que este fator, é o resultado de barreiras químicas e físicas que bloqueiam a acessibilidade aos açúcares. Assim, pesquisas compararam uma espécie alternativa de planta, gamagrass oriental (*Tripsacum dactyloides* L.), de tipo C4, nativa dos EUA, com rendimento de produção de 2,9 toneladas por hectare (t/há), com a gramínea switchgrass oriental (SINGH; SINGH, 2010). As espécies não apresentaram diferenças significativas na quantidade de celulose e açúcares hidrolisados, porém gamagrass apresentou facilidade na remoção de lignina, assemelhando à plantas modificadas geneticamente para esta propriedade. Gamagrass gerou rendimento de etanol de 0,182 g/g, representando rendimentos de 13 a 35 % maiores em relação a switchgrass.

A Superexpressão de PvMYB4, um fator de transcrição geral da via repressora de biossíntese do fenilpropanoide e lignina em switchgrass, pode levar à produção de etanol de alto rendimento, por meio de redução acentuada da recalcitrância (SHEN et al., 2013).

A introdução de inovações produtivas, a partir de análises de natureza preditivas, são essenciais para determinação do rendimento de etanol. Métodos como refletância de infravermelho próximo (NIRS), combinada com métodos de calibração multivariada, permitiu o desenvolvimento de técnicas rápidas, não destrutivas ecologicamente, livres de solventes, com pouca ou nenhuma geração de

resíduos e requerendo mínimo pré-tratamento da amostra com menos intervenção humana. Neste estudo, análises de resíduos do sorgo, demonstraram que em média foram encontrados de 27 a 48 % de celulose, 19 a 24 % de hemicelulose e 9 a 32 % de lignina (GUIMARÃES et al., 2014).

Desta forma, buscando a otimização de um processo de valorização da palha de cevada, pesquisadores utilizaram reator Parr, em processo supercrítico, para solubilização da hemicelulose e lignina, facilitando o acesso das enzimas ao substrato. Assim, houve 95 % de conversão de celulose em glicose e até 168,2 g de açúcares e oligômeros por kg de matéria-prima. Estudos de sacarificação e fermentação simultâneas, com adição de enzimas no início da fermentação foram também realizados, obtendo-se até 51,7 g de etanol/L, com conversão de 77 %, indicando que a palha de cevada é um material adequado para a produção de bioetanol 2G (VARGAS et al., 2015).

O pré-tratamento com ácido fosfórico, enzimas ligninolíticas e sobrenadantes de cultura dos fungos *Trametes hirsuta* e *Pycnoporus sanguineus*, na biomassa seca e senescente de *Schaefferia argentinensis* Speq., foi avaliado. Em comparação com pré-tratamentos químicos convencionais, o uso de *Pycnoporus sanguineus* em folhas senescentes, disponibilizou mais carboidratos fermentáveis, sendo 56,84 % de celulose hidrolisável. Folhas verdes e senescentes apresentaram diferenças estruturais, onde o uso com enzimas sem ebulição foi efetivo em folhas verdes, enquanto houve maior acesso de ações enzimáticas na hidrólise em folhas senescentes em tratamento térmico (LARRAN et al., 2015).

Cidades produtoras e consumidoras de coco enfrentam problemas com a quantidade de seus resíduos. Entre eles, o mesocarpo de *Cocos nucifera* L. é composto principalmente por 30 % de celulose, e entre 12 a 26 % de hemicelulose e lignina, apontando seu alto teor celulítico para produzir bioetanol. O pré-tratamento alcalino para remoção de lignina foi conduzido em baixas temperaturas. Sacarificação e fermentação simultâneas apresentaram rendimento de 3,73 % (v/v) (SOARES et al., 2016).

Conversão do amido em carbono fermentável através de liquefação usando levedura e alfa-amilase mostrou produção significativa de bioetanol. Cerca de 90 ml de bioetanol foram produzidos a partir de 800 g de batata, sugerindo que países como o Paquistão, rico nesta cultura, podem desenvolver perspectivas para deter a escassez de energia (MEMOM; SHAH; KUMAR, 2017).

Estudos recentes desenvolveram um bioprocesso consolidado em pote (OPCB), para produção de bioetanol a partir de agulha de pinheiro (PNB). Utilizando acoplamento in situ de invólucros no pré-tratamento, mediado por líquido iônico (IL) e enzimas de sacarificação em um único pote. A otimização de parâmetros do processo teve sucesso, apresentando rendimento de açúcar de 1,88 g por cinco

gramas de biomassa. O hidrolisado obtido foi fermentado com cultura de leveduras *Saccharomyces cerevisiae* e *Pichia stipite*. A produção máxima de etanol de 0,148 g/g a partir de PNB foi obtido após 72 h de fermentação com eficiência de 41,39 %, demonstrou viabilidade e eficiência (VAID; NARGOTRA; BAJAJ, 2018).

Estudos metagenômicos com enzimas que degradam a celulose também estão fornecendo vários dados para a pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias no setor de bioetanol 2G (TOYAMA et al., 2018). Desse modo, em estudos de hidrólise enzimática utilizando biomassa de banana, levaram à produção máxima de etanol com baixo inóculo de levedura *Saccharomyces cerevisiae*, sem suplementação de sais minerais (GUERRERO; BALLESTEROS; BALLESTEROS, 2018).

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca por matérias-primas alternativas para a produção de biocombustíveis, além de contribuir para a descentralização do uso de produtos petroquímicos, permite a introdução de pesquisas e desenvolvimento econômico de países e regiões que não possuem grandes reservas de combustível fóssil. Com isso podem suprir a demanda energética local, mediante geração de energia limpa, provinda de material residual.

A destinação energética aos resíduos agroindustriais gerados, promovem tanto a otimização como a valorização da cadeia de produção, atribuindo valor aos subprodutos, o que contribui para gerenciamento de resíduos e limitação de impactos ambientais, através do uso de fontes renováveis de biomateriais.

As tecnologias para reaproveitamentos residuais vem se desenvolvendo constantemente e mostram sucesso em vários casos de utilização de resíduos lignocelulósicos, bem como, eficiência na conversão da biomassa em bioetanol. Fortalecendo a necessidade mundial de adoção de ações ambientalmente favoráveis no setor de combustíveis, a fim de avançar para uma economia de valor sustentável.

REFERÊNCIAS

ACHINAS, S.; EUVERINK, G.J.W. Consolidated briefing of biochemical ethanol production from lignocellulosic biomass. **Electronic Journal of Biotechnology**, 23: 44–53, 2016. DOI:10.1016/j.ejbt.2016.07.006

BALAT, M.; BALAT, H. Progress in bioethanol processing. **Progress in Energy Combustion Science**. 34: 551-573, 2008. DOI: 10.1016/j.pecs.2007.11.001

CHEN, Y. et al. Potential of Agricultural Residues and Hay for Bioethanol Production. **Applied Biochemistry and Biotechnology**. 142: 276–290, 2007. DOI:10.1007/s12010-007-0026-3

DAM, J.V. et al. Large-scale bioenergy production from soybeans and switchgrass in Argentina Part A: Potential and economic feasibility for national and international markets. **Renewable and Sustainable**

Energy Reviews. 13:1710–1733, 2009. DOI:10.1016/j.rser.2009.03.009

DA VITÓRIA, E.L.; RODRIGUES, J.P. Energy efficiency analysis of sugarcane as a raw material for ethanol production. **Revista Ciência Agronômica.** 47: 616–623, 2016. DOI:10.5935/1806-6690.20160074

DEMIRBAS, A. Political, economic and environmental impacts of biofuels: A review. **Applied Energy.** 86: S108–S117, 2009. DOI:10.1016/J.APENERGY.2009.04.036

DIAS, M.O.S. et al. Production of bioethanol and other bio-based materials from sugarcane bagasse: integration to conventional bioethanol production process. **Chemical Engineering Research and Design.** 87: 1206–1216, 2009. DOI:10.1016/j.cherd.2009.06.020

DU, R. et al. Using a microorganism consortium for consolidated bioprocessing cellulosic ethanol production. **Biofuels.** 2: 569-575, 2011. DOI:10.4155/bfs.11.126

FARRELL, A.E. et al. Ethanol can contribute to energy and environmental goals. **Science.** 311: 506 - 508, 2006. DOI:10.1126/science.1121416

FISCHER, C.R. et al. Steam reforming of technical bioethanol for hydrogen production. **Environmental Science Technology.** 33: 4547–4554, 2008. DOI:10.1016/j.ijhydene.2008.06.020

FREDERICK JR, W.J. et al. Co-production of ethanol and cellulose fiber from Southern Pine: A technical and economic assessment. **Biomass and bioenergy.** 32: 1293 - 1302, 2008. DOI:10.1016/j.biombioe.2008.03.010

FU, C. et al. Genetic manipulation of lignin reduces recalcitrance and improves ethanol production from switchgrass. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.** 108: 3803–3808, 2011. DOI:10.1073/pnas.1100310108

GONZÁLEZ, A. et al. Biocombustibles de segunda generación y Biodiesel: Una mirada a la contribución de la Universidad de los Andes. **Revista de Ingeniería.** 28: 70–82, 2008. DOI:0121-4993

GUERRERO, A.B.; BALLESTEROS, I.; BALLESTEROS, M. The potential of agricultural banana waste for bioethanol production. **Fuel.** 213: 176-185, 2018. DOI:10.1016/j.fuel.2017.10.105

GUIMARÃES, C.C. et al. Use of NIRS to predict composition and bioethanol yield from cell wall structural components of sweet sorghum biomass. **Microchemical Journal.** 117: 194–201, 2014. DOI:10.1016/J.MICROC.2014.06.029

JIMÉNEZ-GONZÁLEZ, C.; WOODLEY, J. Bioprocesses: Modeling needs for process evaluation and sustainability assessment. **Computers and Chemical Engineering.** 34:1009-1017, 2010. DOI:10.1016/j.compchemeng.2010.03.010

JOHN, R.P. et al. Micro and macroalgal biomass: A renewable source for bioethanol. **Bioresource Technology.** 102: 186–193, 2011. DOI:10.1016/j.biortech.2010.06.139

KNAUF, M.; MONIRUZZAMAN, M. Lignocellulosic biomass processing: a perspective. **International Sugar Journal,** 106: 147-150, 2004.

KUMAR, S. et al. Recent advances in production of bioethanol from lignocellulosic biomass. **Chemical & Engineering Technology.** 32: 517-526, 2009. DOI: 10.1002/ceat.200800442

LARRAN, A. et al. Evaluation of biological pretreatments to increase the efficiency of the saccharification process using *Spartina argentinensis* as a biomass resource. **Bioresource Technology.** 194: 320 - 325, 2015. DOI:10.1016/j.biortech.2015.06.150

LEITE, R.C.C.; LEAL, M.R.L.V. O Biocombustível no Brasil. **Estudos Cebrap**. 78: 15–21, 2007. DOI:10.1590/S0101-33002007000200003

LIMA, M.A. et al. Effects of pretreatment on morphology, chemical composition and enzymatic digestibility of eucalyptus bark: a potentially valuable source of fermentable sugars for biofuel production. **Biotechnology for Biofuels**. 6:1-75, 2013. DOI:10.1186/1754-6834-6-75

MANTINEO, M. et al. Biomass yield and energy balance of three perennial crops for energy use in the semi-arid Mediterranean environment. **Field Crops Research**. 114: 204–213, 2009. DOI:10.1016/j.fcr.2009.07.020

MEMON, A.A.; SHAH, F.A.; KUMAR, N. Bioethanol Production from Waste Potatoes as a Sustainable Waste-to-energy Resource via Enzymatic Hydrolysis. **IOP Science**. 73: 2017. DOI:10.1088/1755-1315/73/1/012003

NAIK, S. et al. Characterization of Canadian biomass for alternative renewable biofuel. **Renewable Energy**. 35: 1624–1631, 2010. DOI:10.1016/j.renene.2009.08.033

NAVIA P, D.P.; VELASCO M, R.J.; HOYOS C, J.L. Production and evaluation of ethanol from Coffee processing by-products. **Vitae: Revista de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias**. 18:287-294, 2011.

ODUM, H.T.; ODUM, E.C.; BLISSETT, M. **Ecology and economy: Energy analysis and public policy in Texas**. 1987.

PERCIVAL ZHANG, Y.H. Reviving the carbohydrate economy via multi-product lignocellulose biorefineries. **Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology**. 35:367–375, 2008. DOI: 10.1007/s10295-007-0293-6

PUERTO RICO, J.A.; MERCEDES, S.S.P.; SAUER, I.L. Genesis and consolidation of the Brazilian bioethanol: A review of policies and incentive mechanisms. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. 14:1874–1887, 2010. DOI:10.1016/j.rser.2010.03.041

ROBAK, K.; BALCEREK, M. Review of second generation bioethanol production from residual biomass. **Food Technology and Biotechnology**. 56: 174–187, 2018. DOI:10.17113/ftb.56.02.18.5428

SHEN, H. et al. Enhanced characteristics of genetically modified switchgrass (*Panicum virgatum* L.) for high biofuel production. **Biotechnology Biofuels**. 6:1–15, 2013. DOI:10.1186/1754-6834-6-71

SINGH, S.P.; SINGH, D. Biodiesel production through the use of different sources and characterization of oils and their esters as the substitute of diesel: A review, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. 14: 200–216, 2010. DOI:10.1016/j.rser.2009.07.017

SOARES, J. et al. Green coconut mesocarp pretreated by an alkaline process as raw material for bioethanol production, **Bioresource Technology**. 216: 744–753, 2016. DOI:10.1016/j.biortech.2016.05.105

SOCOL, C.R. et al. Bioethanol from lignocelluloses: status and perspectives in Brazil. **Bioresource technology**. 101: 4820–4825, 2010. DOI:10.1016/j.biortech.2009.11.067

TEW, T.L.; COBILL, R.M. Genetic Improvement of Sugarcane (*Saccharum spp.*) as an Energy Crop. Genetic Improvement of Bioenergy Crops. In: Vermerris W. (eds) **Genetic Improvement of Bioenergy Crops**. New York- NY: Springer, 2008, 273-294. DOI: 10.1007/978-0-387-70805-8_9

TOYAMA, D. et al. A novel β -glucosidase isolated from the microbial metagenome of Lake Poraquê

(Amazon, Brazil). **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Proteins and Proteomics**. 1866: 569-570, 2018. DOI:10.1016/j.bbapap.2018.02.001

UMEDA, A.; YOSHIMURA, T. BioEthanol Production from Paper Cellulose by Simultaneous Saccharification and Fermentation. **Journal of Ecotechnology Research**. 12:193-196, 2006. DOI: 10.11190/jer.12.193

VAID, S.; NARGOTRA, P.; BAJAJ, B.K. Consolidated bioprocessing for biofuel-ethanol production from pine needle biomass. **Environmental Progress & Sustainable Energy**. 37: 546-552, 2018. DOI:10.1002/ep.12691

VARGAS, F. et al. Agricultural residue valorization using a hydrothermal process for second generation bioethanol and oligosaccharides production. **Bioresource Technology**. 191, 263–270, 2015. DOI:10.1016/j.biortech.2015.05.035

WALTER, A.; ENSINAS, A. Combined production of second-generation biofuels and electricity from sugarcane residues. **Energy**. 35: 874-879, 2010. DOI:10.1016/j.energy.2009.07.032

WYMAN, C.E. What is (and is not) vital to advancing cellulosic ethanol. **Trends in Biotechnology**. 25: 153–157, 2007. DOI:10.1016/J.TIBTECH.2007.02.009

XAVIER, A.M.R.B. et al. Second-generation bioethanol from eucalypt sulphite spent liquor. **Bioresource Technology**. 101: 2755–2761, 2010. DOI:10.1016/j.biortech.2009.11.092

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agricultura alternativa 11, 14, 30

Agricultura familiar 18, 38, 46, 99, 100, 101, 119, 124, 126, 128, 129, 131, 174, 176, 177, 180, 193, 195, 196

Agroecologia 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 29, 30, 31, 38, 45, 46, 47, 86, 87, 99, 105, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 125, 126, 127, 129, 133, 176, 181, 182, 183, 186, 187, 188, 189, 194, 195, 196

Alimento saudável 191

Análise sensorial 89, 93

Assentamentos rurais 15, 117, 119, 126

B

Biocombustíveis 69, 70, 71, 72, 77

Biomassa 55, 56, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77

C

Comunidade pesqueira 1, 2

Conservação 2, 4, 8, 10, 36, 37, 38, 48, 50, 56, 58, 131, 132, 160, 166, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 191

Crescimento populacional 90

Cultura 5, 28, 29, 30, 32, 33, 52, 54, 55, 56, 69, 73, 74, 76, 77, 81, 83, 85, 134, 139, 154, 161, 163, 174, 183, 185, 189, 190, 191, 192, 195

D

Democratização 5, 32

Direito humano 182, 194, 195

E

Economia 14, 17, 35, 46, 47, 49, 77, 98, 130, 132, 134, 135

Ecossistemas 1, 5, 48, 49, 55, 56, 154, 167, 170, 171

Educação 1, 3, 10, 16, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 98, 103, 105, 106, 117, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 128, 153, 159, 176, 185, 194, 195, 196

Educação ambiental 1, 3, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 119, 120, 121, 123, 127

Educomunicação 32, 34, 40

Epistemologia ambiental 11

F

Formação 29, 32, 39, 40, 42, 123, 125, 126, 127, 176, 177, 184

G

Gestão de unidades de conservação 170, 174

M

Matéria orgânica 56, 68, 69

Meio ambiente 1, 3, 4, 10, 11, 12, 13, 15, 18, 33, 34, 36, 37, 38, 71, 117, 119, 120, 123, 124, 125, 129, 131, 132, 133, 135, 171, 173, 189, 194

Movimentos sociais do campo 11, 14

O

Orgânico 22, 25, 86, 101, 102, 180

Q

Quilombos 176, 179, 184, 193, 194

R

Racionalidade ambiental 11, 12, 13, 14

Recursos hídricos 4, 99, 101, 104, 105

Recursos naturais 3, 34, 39, 47, 103, 118, 171, 172, 175

Resistência 9, 11, 12, 13, 14, 15, 54, 82, 87, 180

S

Saberes ambientais 1, 2, 3

Saneamento 38, 120

Saúde ambiental 129

Sustentabilidade 14, 18, 34, 36, 45, 46, 54, 55, 99, 118, 119, 121, 122, 125, 126, 173, 174, 183, 196

 **Atena**
Editora

2 0 2 0