

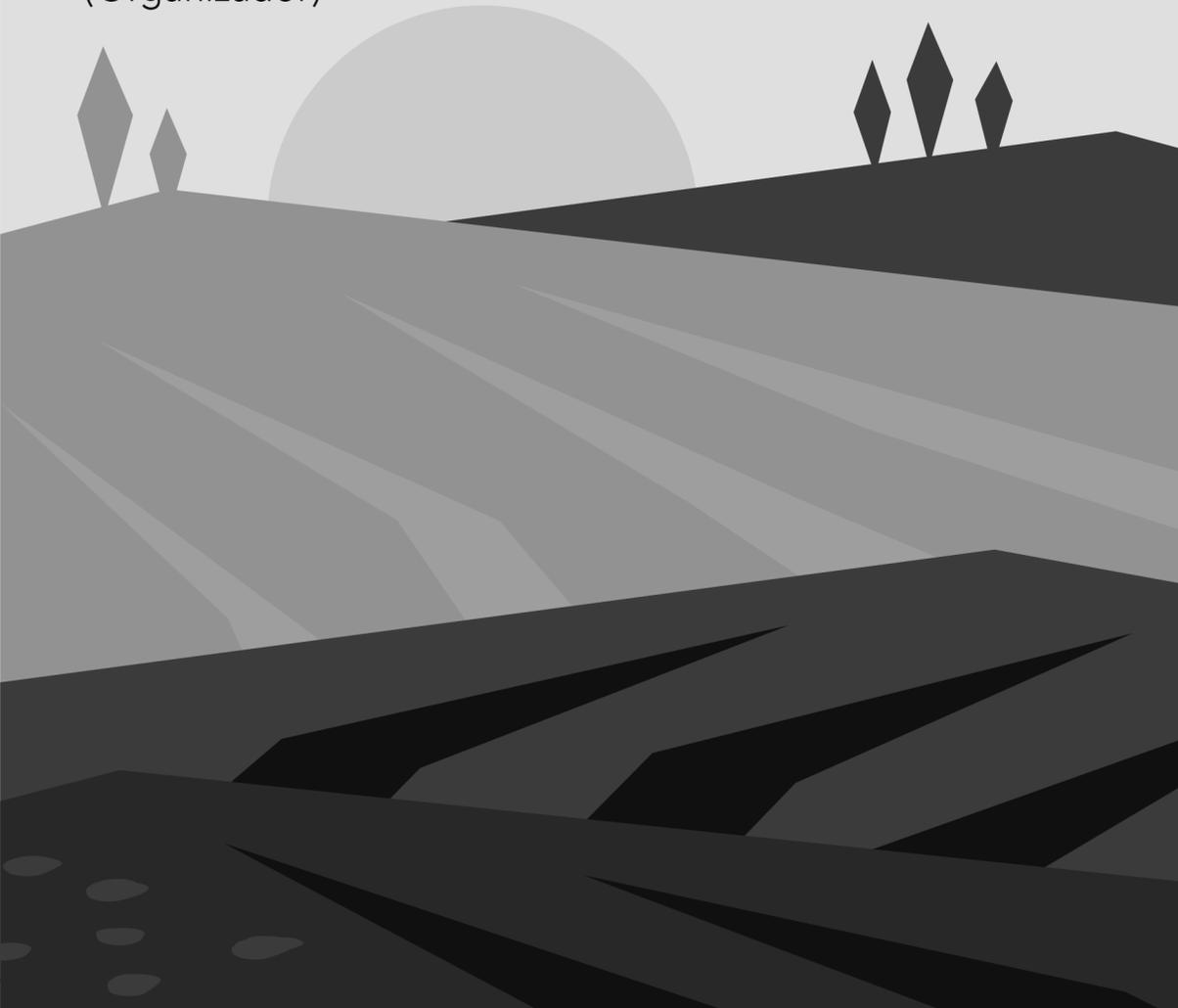
# Desenvolvimento de Pesquisa Científica na **Agricultura Irrigada**

Leonardo Tullio  
(Organizador)



# Desenvolvimento de Pesquisa Científica na **Agricultura Irrigada**

Leonardo Tullio  
(Organizador)



### **Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

### **Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

### **Bibliotecária**

Janaina Ramos

### **Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

### **Imagens da Capa**

Shutterstock

### **Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

### **Revisão**

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

### **Conselho Editorial**

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

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
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. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
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  
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
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  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
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  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
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  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
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. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
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  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobom – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

### **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. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª 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  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Profª 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  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
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  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
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  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. 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. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
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. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

## Desenvolvimento de pesquisa científica na agricultura irrigada

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Luiza Alves Batista  
**Correção:** Emely Guarez  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Leonardo Tullio

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D451 Desenvolvimento de pesquisa científica na agricultura irrigada / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-488-7

DOI 10.22533/at.ed.887202810

1. Irrigação agrícola. 2. Agricultura Irrigada. I. Tullio, Leonardo (Organizador). II. Título.

CDD 651.587

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

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

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

Na agricultura moderna o uso racional dos insumos é sem dúvida a maneira mais eficiente de produzir com qualidade. As constantes mudanças climáticas afetam a disponibilidade de nutrientes e água para as plantas, o que dificulta o seu estabelecimento e produtividade. Sendo o recurso hídrico o fator limitante que mais afeta o crescimento e desenvolvimento das culturas.

A pesquisa tenta solucionar ou apresentar resultados que minimizem os efeitos negativos do estresse hídrico para as plantas, porém constantemente os fatores ambientais desencadeiam sérios problemas. Neste sentido, buscamos neste livro apresentar alguns resultados dos estudos que envolvem o manejo da irrigação bem como métodos para uma melhor eficiência do uso da irrigação.

Algumas regiões onde o clima é seco dependem de um sistema de irrigação para o desenvolvimento, porém com a demanda crescente por alimentos e a escassez das chuvas fazem a agricultura pensar em métodos que aproveitem melhor a água. Os sistemas de irrigação mais modernos procuram solucionar estes problemas, assim utilizando de maneira eficiente. Irrigar a mais, nem sempre é sinônimo de eficiência produtiva, mas sim pode trazer sérios problemas com lixiviação de nutrientes e baixa produtividade. Ao contrário, a falta de água e um excesso de nutrientes pode levar a salinização e prejudicar o desenvolvimento das raízes e da planta.

Espero que as pesquisas apresentadas neste livro possam contribuir de maneira eficiente frente aos problemas de falta de água, bem como opção para futuras pesquisas.

Boa leitura e bons estudos.

Leonardo Tullio

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

**IMPACTO NO DESENVOLVIMENTO RURAL: O CASO DA MELANCIA IRRIGADA POR GOTEJAMENTO NO PROJETO CHESF**

José Maria Pinto

Jony E. Yuri

Nivaldo D. Costa

Rebert Coelho Correia

Marcelo Calgaro

**DOI 10.22533/at.ed.8872028101**

### **CAPÍTULO 2..... 6**

**EVOLUÇÃO DA ÁREA DE AGRICULTURA IRRIGADA NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL NAS ÚLTIMAS DÉCADAS**

Sérgio Luiz Aguilar Levien

Vladimir Batista Figueirêdo

Luiz Eduardo Vieira de Arruda

**DOI 10.22533/at.ed.8872028102**

### **CAPÍTULO 3..... 20**

**ESTIMATIVA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA PELO MÉTODO DE HARGREAVES-SAMANI ATRAVÉS DE UMA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE BAIXO CUSTO**

Tháís Rayane Gomes da Silva

Marcelo Rodrigues Barbosa Júnior

Rony de Holanda Costa

Laylton de Albuquerque Santos

Samuel Barbosa Tavares dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.8872028103**

### **CAPÍTULO 4..... 26**

**AVALIAÇÃO DE UM ALTÍMETRO PARA FINS DE IRRIGAÇÃO**

Marcelo Carazo Castro

Jean Santiago Sabença Esteves

Larissa Nunes Pereira Leite

**DOI 10.22533/at.ed.8872028104**

### **CAPÍTULO 5..... 32**

**MÉTODO PARA PROJETAR LINHAS LATERAIS DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO PAREADAS EM TERRENOS COM INCLINAÇÃO UNIFORME**

Leonardo Leite de Melo

Verônica Gaspar Martins Leite de Melo

José Antônio Frizzone

Patrícia Algélica Alves Marques

**DOI 10.22533/at.ed.8872028105**

**CAPÍTULO 6..... 46**

**HIDRÁULICA DE TUBOS GOTEJADORES COM EMISSORES CILÍNDRICOS**

Verônica Gaspar Martins Leite de Melo

Leonardo Leite de Melo

José Antônio Frizzone

Antonio Pires de Camargo

**DOI 10.22533/at.ed.8872028106**

**CAPÍTULO 7..... 56**

**SISTEMA LISIMÉTRICO DE INFORMAÇÕES PARA MONITORAMENTO DO CONSUMO DE ÁGUA PELAS PLANTAS (SLIMCAP)**

Márcio Aurélio Lins dos Santos

Laylton de Albuquerque Santos

Ariovaldo Antônio Tadeu Lucas

Raimundo Rodrigues Gomes Filho

Daniella Pereira dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.8872028107**

**CAPÍTULO 8..... 66**

**COMPARAÇÃO DA ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA PELOS MÉTODOS PENMAN-MONTEITH FAO 56 E JENSEN-HAISE**

Ugo Leonardo Rodrigues Machado

Giordanio Bruno Silva Oliveira

Kadidja Meyre Bessa Simão

Liherberto Ferreira Dos Santos

Ana Luzia Medeiros Luz Espínola

José Espínola Sobrinho

**DOI 10.22533/at.ed.8872028108**

**CAPÍTULO 9..... 77**

**CORREÇÃO DA EQUAÇÃO DE HARGREAVES-SAMANI PARA ESTIMATIVA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA UTILIZANDO O SUPLEMENTO SOLVER DA MICROSOFT EXCEL**

Tháís Rayane Gomes da Silva

Marcelo Rodrigues Barbosa Júnior

Rony de Holanda Costa

Laylton de Albuquerque Santos

Samuel Barbosa Tavares dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.8872028109**

**CAPÍTULO 10..... 82**

**ANÁLISE DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DO CAPIM-CARRAPICHO (*Cenchrus echinatus* L.) EM FUNÇÃO DA SALINIDADE E TEMPERATURA**

Natália Morena Fernandes Soltys

Oriel Herrera Bonilla

Francisca Raiane Machado da Cruz

Sarah Carvalho Farias

Joel Wirlo Brasileiro Lima

Jéssica Carvalho Horta

**DOI 10.22533/at.ed.88720281010**

**CAPÍTULO 11..... 88**

**EFEITO SALINO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne**

Sandro Ferreira do Nascimento

Oriel Herrera Bonilla

José Vagner Rebouças Filho

Francisca Raiane Machado da Cruz

Hamanda Brandão Pinheiro

Joel Wirlo Brasileiro Lima

**DOI 10.22533/at.ed.88720281011**

**CAPÍTULO 12..... 94**

**EXIGÊNCIA NUTRICIONAL E PRODUTIVIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDA A SALINIDADE**

Raquele Mendes de Lira

Ênio Farias de França e Silva

Alexandre Nascimento dos Santos

Edimir Xavier Leal Ferraz

Adiel Felipe da Silva Cruz

Antônio Henrique Cardoso do Nascimento

José Edson Florentino de Moraes

**DOI 10.22533/at.ed.88720281012**

**CAPÍTULO 13..... 100**

**EFEITO DA SALINIDADE NA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb**

Ivina Beatriz Menezes Farias

Oriel Herrera Bonilla

Natália Morena Fernandes Soltys

Francisca Renata Alves de Lima

Sarah Carvalho de Farias

Cicero Matheus Borges Lucena

**DOI 10.22533/at.ed.88720281013**

**CAPÍTULO 14..... 111**

**CRESCIMENTO RADICULAR EM SEMENTES DE *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne SUBMETIDAS À SALINIDADE**

Sandro Ferreira do Nascimento

Oriel Herrera Bonilla

Hamanda Brandão Pinheiro

José Vagner Rebouças Filho

Cicero Matheus Borges Lucena

Rayane Gomes da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.88720281014**

<b>CAPÍTULO 15.....</b>	<b>117</b>
CRESCIMENTO DE MUDAS DE <i>Vigna luteola</i> (Jacq.) Benth. SUBMETIDAS A SALINIDADE	
Ivina Beatriz Menezes Farias	
Oriel Herrera Bonilla	
Claudivan Feitosa de Lacerda	
Natália Morena Fernandes Soltys	
Francisca Renata Alves de Lima	
Francisca Raiane Machado da Cruz	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88720281015</b>	
<b>CAPÍTULO 16.....</b>	<b>124</b>
EVOLUÇÃO DA ÁREA DE AGRICULTURA IRRIGADA NA REGIÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO NAS ÚLTIMAS DÉCADAS	
Sérgio Luiz Aguilar Levien	
Vladimir Batista Figueirêdo	
Luiz Eduardo Vieira de Arruda	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88720281016</b>	
<b>CAPÍTULO 17.....</b>	<b>138</b>
DEMANDA HÍDRICA DA CULTURA DO ABACAXI CULTIVAR PÉROLA NO AGRESTE ALAGOANO	
Tháís Rayane Gomes da Silva	
Marcelo Rodrigues Barbosa Júnior	
Floriano Alcantara Damasceno	
Luis Felipe Ferreira Costa	
Samuel Barbosa Tavares dos Santos	
Márcio Aurélio Lins dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88720281017</b>	
<b>CAPÍTULO 18.....</b>	<b>144</b>
MELÃO IRRIGADO POR GOTEJAMENTO CULTIVADO EM FILEIRAS SIMPLES E DUPLA	
José Maria Pinto	
Jony E. Yuri	
Marcelo Calgareo	
Rebert Coelho Correia	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88720281018</b>	
<b>CAPÍTULO 19.....</b>	<b>149</b>
PRODUÇÃO E CRESCIMENTO DA ABÓBORA SUBMETIDA A DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO USANDO SISTEMA AUTOMÁTICO	
Clinton Gonçalves Moreira	
Vladimir Batista Figueirêdo	
Fernando Caio de Freitas Aquino	
Sérgio Luiz Aguilar Levien	
Ugo Leonardo Rodrigues Machado	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88720281019</b>	

<b>CAPÍTULO 20.....</b>	<b>157</b>
<b>TRANSPIRAÇÃO EM MELOEIRO COM USO DE SENSORES DE FLUXO POR DISSIPAÇÃO TÉRMICA</b>	
Nicolly Kalliliny Cavalcanti Silva	
Vladimir Batista Figueirêdo	
Alberto Colombo	
Ana Luiza Veras de Souza	
Ugo Leonardo Rodrigues Machado	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88720281020</b>	
<b>CAPÍTULO 21.....</b>	<b>167</b>
<b>BIOMASSA DE CANA-DE-AÇÚCAR E POTENCIALIDADE DE CANA-ENERGIA</b>	
Tamara Rocha dos Santos	
Eliana Paula Fernandes Brasil	
Wilson Mozena Leandro	
Aline Assis Cardoso	
Márcio da Silva Santos	
Maryllia Karolyne De Sousa Fernandes	
Larissa Gabriela Marinho da Silva	
Raysa Marques Cardoso	
Caio Cesar Magalhães Borges	
Rafaela Shaiane Marques Garcia	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88720281021</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>176</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>177</b>

# CAPÍTULO 21

## BIOMASSA DE CANA-DE-AÇÚCAR E POTENCIALIDADE DE CANA-ENERGIA

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 03 /08/2020.

### **Tamara Rocha dos Santos**

Universidade Federal de Goiás-Escola de  
Agronomia  
Goiânia-GO  
<http://lattes.cnpq.br/8322529527469152>

### **Eliana Paula Fernandes Brasil**

Universidade Federal de Goiás-Escola de  
Agronomia  
Goiânia-GO  
<http://lattes.cnpq.br/7324619074753727>

### **Wilson Mozena Leandro**

Universidade Federal de Goiás-Escola de  
Agronomia  
Goiânia-GO  
<http://lattes.cnpq.br/9052207260053937>

### **Aline Assis Cardoso**

Universidade Federal de Goiás-Escola de  
Agronomia  
Goiânia-GO  
<http://lattes.cnpq.br/4270933743190484>

### **Márcio da Silva Santos**

Universidade Federal de Goiás-Escola de  
Agronomia  
Goiânia-GO  
<http://lattes.cnpq.br/3606319695141974>

### **Maryllia Karolyne De Sousa Fernandes**

Universidade Federal de Goiás- Escola de  
Engenharia Civil e Ambiental  
Goiânia-GO  
<http://lattes.cnpq.br/7500341299799782>

### **Larissa Gabriela Marinho da Silva**

Universidade Federal de Goiás-Escola de  
Agronomia  
Goiânia-GO  
<http://lattes.cnpq.br/7425959087420871>

### **Raysa Marques Cardoso**

Universidade Federal de Lavras-Departamento  
de Ciência do solo  
Lavras-MG  
<http://lattes.cnpq.br/4423563702003151>

### **Caio Cesar Magalhães Borges**

Universidade Federal de Goiás-Escola de  
Agronomia  
Goiânia-GO  
<http://lattes.cnpq.br/4127657049807677>

### **Rafaela Shaiane Marques Garcia**

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-  
Centro de Ciências Agrárias e Biológica  
Cruz das Almas-BA  
<http://lattes.cnpq.br/9730772856567521>

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi apresentar uma revisão de literatura sobre biomassa de cana-de-açúcar e potencialidade de cana-energia no setor sucroenergético. Para isso, foram utilizados dados a partir de estudos acadêmicos já existentes, artigos acadêmicos publicados em revistas, dissertações, teses e boletins de empresas e agências públicas. Os artigos científicos foram selecionados, através do banco de dados do Scielo e do Google acadêmico. A busca nos bancos de dados foi utilizada usando as terminologias utilizadas pelos

descritores das ciências exatas e da terra em português e em inglês, além disso, os artigos foram limitados aos anos de 2006 e a 2016. Conclui-se que a biomassa da cana-de-açúcar assim como a cana-energia apresentam grande potencial para o setor sucroenergético no Brasil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Melhoramento genético, sucroenergético, *Saccharum spontaneum*.

## SUGARCANE BIOMASS AND POTENTIALITIES OF ENERGY-SUGARCANE

**ABSTRACT:** The objective of this work was to present a literature review on sugarcane biomass and potential of sugarcane in the sugar-energy sector. For that, data from existing academic studies, academic articles published in magazines, dissertations, theses and bulletins from companies and public agencies were used. Scientific articles were selected through the Scielo database and Google academic. The search in the databases was used using the termologies used by the descriptors of the exact and earth sciences in Portuguese and in English, in addition, the articles were limited to the years 2006 and 2016. It is concluded that the sugarcane biomass Sugarcane as well as energy cane have great potential for the sugar-energy sector in Brazil.

**KEYWORDS:** Genetic improvement, sugar-energy, *Saccharum spontaneum*.

## 1 | INTRODUÇÃO

No início do século, o melhoramento genético da cana-de-açúcar, passou por grandes transformações, uma vez que, ao se antepor a produção de fibra terão plantas mais rústicas, menos exigentes em solo, clima, água e nutrientes e mais resistentes a pragas e doenças, resultando em maior eficiência energética no seu cultivo, ou seja, maior unidade de energia produzida por energia gasta, se considerada toda a cadeia (output/input), além de menor competição com a produção de alimentos (Matsuoka et al., 2012).

Frente a essas perspectivas a biomassa vegetal moderna merece ênfase, principalmente para os países em desenvolvimento e que possuem terras agricultáveis disponíveis para seu plantio e exploração, por ser bastante versátil em termos de utilização e pelas externalidades positivas intrínsecos à sua utilização, uma vez que, por meio de tecnologias mais efetivas pode proporcionar significativas melhorias sócio-ambientais, tais como a redução dos níveis de poluição, aumento da qualidade de vida, geração de emprego e renda (Violante, 2012).

E no Brasil, a fonte que tem se destacado é a biomassa da cana-de-açúcar, que além do seu gradativo destaque na produção de etanol, seus subprodutos, o bagaço e a palha da cana, assim como a maioria dos resíduos de biomassa obtidos nas práticas agrícolas e industriais, apresentam elevados teores de materiais lignocelulósicos (Dias et al., 2009). A busca pelas novas demandas do setor sucroenergético, o foco na aquisição das futuras cultivares deve ser centralizado no aumento substancial do teor de fibra associado a maior produtividade, sendo intituladas de cana-energia e poderão apresentar mais de 30% de fibra em sua composição (Ramos, 2015).

A cana-energia teve seus cruzamentos realizados para aproveitar mais os descendentes da *Saccharum spontaneum* L., com alto teor de fibra, enquanto a cana-de-açúcar plantada em larga escala no Brasil é resultado de uma série de cruzamentos, mas que possuem a característica marcante da espécie *Saccharum officinarum* L., elevado teor de açúcar e baixa quantidade de fibra (Mariano, 2015). A cana-energia, que tem a fibra como principal elemento, possui cerca de 30 % de fibra e 5 % de açúcar contra 12 % de fibra e 13 % de açúcar da cana-de-açúcar (Tew & Cobill, 2008).

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa constitui-se de uma revisão de literatura, no qual foram coletados dados a partir de estudos acadêmicos já existentes, artigos de revistas e boletins de empresas e agências públicas. Os artigos científicos foram selecionados através do banco de dados do Scielo e Google acadêmico. A busca nos bancos de dados foi realizada utilizando as terminologias utilizadas pelos descritores em ciências exatas e da terra em português e inglês, além disso, os artigos foram limitados aos anos de 2006 a 2019.

## 3 | REVISÃO

### 3.1 Cana-de-Açúcar

A cana-de-açúcar é uma gramínea perene, pertencente ao gênero *Saccharum* e originária do Sudeste da Ásia. Atualmente, a planta é cultivada em todas as regiões tropicais e subtropicais. De maneira geral, a cana possui desenvolvimento em forma de touceira. A parte aérea é formada por colmos, folhas e inflorescências e a parte subterrânea é integrada de rizomas e raízes. É uma planta alógama, pertencente à família Poaceae (Silva, 2012). A cana é uma planta versátil, seja pela grande possibilidade de utilização e pela sua capacidade de adaptação, após a sua domesticação e a evolução do melhoramento genético. Sua produção tem contribuído de forma substancial para o avanço da produção de energia renovável principalmente no que concernem as possibilidades de alteração na composição da matriz energética e a produção de bioenergia (Violante, 2012).

A cana-de-açúcar é uma das culturas mais relevantes para a produção de açúcar e etanol e, ultimamente, vem se ressaltando como alternativa essencial na produção de biomassa, sendo competitiva economicamente em relação a outras culturas (Brumbley et al., 2007; Silveira, 2014). A expansão desta cultura no Brasil aconteceu a partir da década de 70, porém é cultivada no país desde o período colonial. Desde então, o setor sucroenergético passa por amplas transformações e obtém significativo desenvolvimento tanto na área agrícola como no setor industrial. O grande potencial do Brasil para a produção da cana-de-açúcar ocorre principalmente pelo vasto conhecimento a respeito da cultura, às condições climáticas favoráveis ao seu cultivo e ao desenvolvimento de

pesquisas realizadas por instituições públicas e privadas visando o melhoramento genético (Silva, 2012).

Ultimamente, as progressões tecnológicas no cultivo da cana-de-açúcar proporcionaram o aperfeiçoamento do manejo e a introdução de novas variedades, o que possibilitou a adaptação da cultura em várias regiões do país (Goes et al., 2009). Ao longo do ano, é uma cultura que se adapta bem em diversas regiões do país, apresenta facilidade de manejo. Ressalta-se pela alta produção de matéria seca (MS) por hectare. O alto teor de açúcar na MS, em torno de 40 a 50% está diretamente correlacionado com seu valor nutricional (Koefender et al., 2013). Entre as condições das culturas energéticas estão o fácil cultivo, elevada densidade energética, sem sazonalidade e crescimento em situações de estresse para não disputar com terras de alimentos (Matsuoka, 2014).

A cana pode começar a ser ponderada como fonte de energia ao invés de alimento (Leal, 2014). No início dos programas de melhoramento genético de cana-de-açúcar a atenção dos melhoristas reincidia particularmente no desenvolvimento de cultivares com elevado teor de sacarose (Loureiro et al., 2011). Para elevar a eficiência energética e a adaptabilidade dos genótipos para uma ampla sucessão de ambientes é considerado por muitos geneticistas como sinônimo de “expansão da base genética”, ou seja, a utilização de germoplasmas diversos (Ming et al., 2006; Matsuoka et al., 2014).

## 3.2 Cana-Energia

Com amplificação na produção da cana-de-açúcar, houve a necessidade da busca por novas cultivares e espécies diferenciadas quanto ao conteúdo de fibras e açúcares. Desta maneira estão sendo conduzidos múltiplos programas de melhoramento genético de cana-de-açúcar, com intenção de obter cultivares que aumentem a produtividade de energia, na forma de etanol, fibra, entre outros (Marques et al., 2008). A cana-energia é um novo material que surge como alternativa energética frente a cana-de-açúcar convencional, pois esta, apresenta um maior potencial na geração de energia e na produção de etanol de segunda geração.

A “cana-energia” é uma planta que, inversamente à cana-de-açúcar tradicional, melhorada para produzir sacarose, é direcionada para produzir fibra, e que, além disso, por possuir maior participação de espécies ancestrais de maior rusticidade, estão aptas a suportar condições ambientais mais estressantes (Violante, 2012). A cana-energia exhibe potencial para queima em caldeiras, junto a sua palha, alto poder calorífico, o que concebe assim um material entre outras rotas já desenvolvidas para produtos e subprodutos da cana-energia (Silva, 2016).

De acordo com Matsuoka et al. (2012), algumas características da cana-energia foram enumeradas, sendo elas: (i) produz energia renovável, possibilitando a redução de gases do efeito estufa; (ii) alta capacidade de conversão do carbono atmosférico em carbono orgânico na formação de biomassa; (iii) constitui alternativa de diversificação na

matriz energética e redução do consumo de petróleo; (iv) tem alta densidade de energia, ou seja, energética e economicamente é matéria-prima mais eficiente do que aquela de plantas alimentícias; (v) plantas adaptadas às condições de estresse e resistentes aos microrganismos maléficos; (vi) não compete com a produção de alimentos, podendo ser plantada em regiões degradadas ou de expansão, impróprias para outras culturas e pode ser usada no controle de erosões; (vii) apresenta técnicas de exploração dominadas; (viii) a colheita pode ser feita durante todo ano (Período Útil de Industrialização-PUI longo) e seu produto pode ser armazenado para prolongamento do uso; (ix) possibilidade de se obterem formas estéreis, não produtoras de sementes e que assim podem ser produzidas para que a multiplicação seja apenas vegetativa.

A cana-energia é, portanto, composta basicamente por fibras lignocelulósicas, as quais quase sempre necessitam passar por um processo de pré-tratamento para separação, e então utilização, da celulose (Brosse et al., 2011). Para acrescentar o teor de fibra das futuras cultivares, pode-se recorrer a hibridações envolvendo acessos de *Saccharum spontaneum* L. e *Saccharum robustum* Jesw. com as variedades modernas de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) (Ming et al., 2006; Silveira, 2014). Isso porque as espécies *S. spontaneum* L. e *S. robustum* Jesw. denotam elevados teores de fibra se comparadas com as cultivares modernas (*Saccharum* spp.). Os acessos dessas espécies apresentam como características principais a elevada resistência a pragas e doenças, alto vigor, além de grande capacidade de perfilhamento (Matsuoka et al., 2014). A cana-energia suporta em torno de sete colheitas até que o solo precise ser manejado novamente para receber um novo plantio, enquanto as colheitas de cana-de-açúcar podem ocorrer em geral quatro vezes até um novo plantio (Salassi et al., 2014).

A contribuição considerável da cana-de-açúcar para a matriz energética pode ser maior com “cana de energia”, já que é planta determinada para a produção total de biomassa em vez de sacarose e algumas fibras excedentes (Matsuoka et al., 2014). Segundo Matsuoka et al. (2016), esta nova variedade revela maior potencial energético, decorre uma cana com alta capacidade produtiva, muito além do que se depara as variedades convencionais.

### 3.3 Biomassa e Energia

Uma importante fonte de energia renovável é a biomassa, no Brasil, a cana-de-açúcar é uma das principais alternativas para a produção de biomassa, sendo competitiva economicamente em relação a outras culturas (Gomes & Maia, 2013; Silveira, 2014). A maior competitividade da cultura se deve principalmente em função do parque industrial já estar instituído e do relevante número de usinas distribuídas nas diferentes regiões do Brasil, gerando energia elétrica a partir dos resíduos (Dias et al., 2012).

Devido ao grande potencial da cultura, estudos de melhoramento genético vêm sendo realizados com intuito de aumentar a produção de biomassa lignocelulósica (Girio et al., 2010; Kim & Day, 2011).

A biomassa é classificada como toda matéria orgânica que possa ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica, podendo ser de origem florestal (madeira), agrícola (soja, arroz, sorgo, cana-de-açúcar, capim napier, entre outras), rejeitos urbanos e industriais (sólidos ou líquidos) (ANEEL, 2012). A utilização da biomassa é uma alternativa mais próspera para a geração de energia, em âmbito econômico e ambiental, a qual responde a demanda de países principalmente com áreas de produção agrícola e clima tropical como o Brasil (Silva, 2016).

Cerca de 15% do peso de cada colmo adulto da cana-de-açúcar é composto por palha, folhas e ponteiros e 40% desse resíduo não é usado na co-geração de energia. A coleta desses resíduos, que ficam no campo após a colheita pode ser encaminhada para a combustão ou na conversão em bioetanol (Carvalho Netto et al., 2014). A escolha das culturas destinadas à produção de energia se dá pela seleção de fontes de biomassa que possam oferecer grande produção de plantas fibrosas em vez de amiláceas e oleaginosas (Sticklen, 2008).

Dentre as biomassas vegetais com desígnio energético, a cana-de-açúcar trata-se de uma cultura sólida, com uma logística expandida em termos de colheita e transporte, certificando-lhe concorrência frente a outras culturas energéticas (Silva, 2016). Além da sua crescente relevância na produção de etanol, seus subprodutos, o bagaço e a palha da cana, assim como a maioria dos resíduos de biomassa obtidos nas atividades agrícolas e industriais, detêm elevados teores de materiais lignocelulósicos, o que faz com que se tornem matérias-primas eficazes na produção de energia (Dias et al., 2009; Silva, 2016).

Com a intenção de produzir variedades de cana com alto teor de fibras celulósicas, surgem projetos com a finalidade de identificar os potenciais genitores e realizar cruzamentos para definir quais as melhores famílias para geração de cana para uso energético (Silveira, 2014).

Para que uma planta seja uma fonte de biomassa apropriada para exploração energética são necessárias as seguintes exigências: ser planta  $C_4$ , rústicas e com alta eficiência na modificação de energia solar em biomassa; ser perenes, para fornecimento de biomassa por longos períodos; ter dossel de longa duração, possibilitando colheita durante a maior parte do ano; possuir técnicas de produção dominadas e com possibilidade de produção em larga escala; colheitabilidade e utilização como fonte energética e exploração sustentável, conforme enumerado por vários autores (Matsuoka et al., 2012; Rubin, 2008; Cortez et al., 2008; Schmer et al., 2008; Sticklen, 2008; Hill et al., 2006).

É necessário considerar também que a sua inserção e utilização compreenda uma abordagem que considere a sustentabilidade ambiental, social e econômica de longo prazo. Assim, a produção de tecnologias de biomassa deve ser aprimoradamente avaliada em relação aos potenciais impactos negativos no ambiente e na saúde humana (Violante, 2012). A redução de insumos sintéticos, com ênfase para o petróleo é um dos grandes desafios da atualidade, principalmente quando se trata da matriz energética. Portanto,

busca-se formas de adaptar a matriz energética de acordo com os recursos disponíveis em cada região, no âmbito da produção de energias renováveis. A utilização da energia presente na biomassa vegetal (bioenergia) retoma, a ser uma das mais importantes alternativas para defrontação de inúmeros problemas relacionados à sustentabilidade e ao suprimento energético, sobretudo para os países tropicais (Matsuoka et al., 2012).

## 4 | CONCLUSÃO

A biomassa de cana-energia apresenta grande potencial de plantio no Brasil.

## REFERÊNCIAS

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, 2012. Disponível em: < <http://www2.aneel.gov.br/>>. Acesso em: 5 jan. de 2020.

BROSSE, N.; MOHAMAD IBRAHIM, M. N.; ABDUL RAHIM, A. **Biomass to /bioethanol: Initiatives of the future for lignin**. International Scholarly Research Network Materials Science, v. 2011, 2011.

BRUMBLEY, S. M.; PURNELL, M. P.; PETRASOUIITS, L.A.; NIELSEN, L. K.; TWINE, P. H. **Developing the sugarcane biofactory for high value biomaterials**. International Sugar Journal, v.109, p.5- 15, 2007.

CARVALHO-NETTO, O. V.; BRESSIANI, J. A.; SORIANO, H. L., FIORI, C. S.; SANTOS, J. M.; BARBOSA, G. V.; PEREIRA, G. A. **The potential of the energy cane as the main biomass crop for the cellulosic industry**. Chemical and Biological Technologies in Agriculture, v. 1, n. 1, p. 20, 2014.

CORTEZ, L. A. B.; LORA, E. E. S.; GÓMEZ, E. O. Caracterização da biomassa. In: CORTEZ, L. A. B.; LORA, E. E. S.; GÓMEZ, E. O. **Biomassa para energia**. Campinas: Editora da UNICAMP. p. 31 – 59. 2008.

DIAS, M. O. S.; ENSINAS, A.V.; NEBRA, S. A.; FILHO, R. M.; ROSELL, C. E. V.; MACIEL, M. R. W. **Production of bioethanol and other bio-based materials from sugarcane bagasse: Integration to conventional bioethanol production process**. Chemical Engineering Research & Design, v. 87, p. 1206-1216, 2009.

DIAS, C. M. O.; CORSATO, C. E.; SANTOS, V. M.; SANTOS, A. F. S. **Indicadores fitotécnicos, de produção e agroindustriais em cana-de-açúcar cultivada sob dois regimes hídricos**. Revista Caatinga, Mossoró, v. 25, n. 3, p. 58-65, 2012.

GIRIO, F. M.; FONSECA, C.; CARVALHEIRO, F. **Hemicelluloses for fuel ethanol: a review**. Bioresource Technology, v. 101, n. 13, p. 4775-4800, 2010.

GOES, T.; ARAÚJO, M.; MARRA, R. **Novas fronteiras tecnológicas da cana-de-açúcar no Brasil**. Revista de política agrícola, Brasília, n. 1, p. 50-59, 2009.

GOMES, C. F. S & MAIA, A. C. C. **Ordenação de alternativas de biomassa utilizando o apoio multicritério à decisão**. Produção, v. 23, n. 3, p. 488-499, jul./set. 2013.

HILL, J.; NELSON, E.; TILMAN, D.; POLASKY, S.; TIFFANY, D. **Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels**. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, Washington, v. 103, p. 11206-11210, 2006.

KIM, M.; DAY, D. F. **Composition of sugar cane, energy cane, and sweet sorghum suitable for ethanol production at Louisiana sugar mills**. Journal of industrial microbiology & biotechnology, v. 38, n. 7, p. 803-807, 2011.

KOEFENDER, E.; PADILHA, M. T. S.; MELLO, D. F. M.; LUMINA, G. **Enriquecimento da cana-de-açúcar com fontes de nitrogênio em agroecossistemas do norte e noroeste do Paraná**. Cadernos de Agroecologia, Porto Alegre, v. 8, n. 1, 2013.

LEAL, M. L. R. V. **Energy cane**. In: CORTEZ, L. A. B. (Coord.). Sugarcane bioethanol — R&D for productivity and sustainability, São Paulo: Edgard Blücher, p.751-760, 2014.

LOUREIRO, M. E.; BARBOSA, M. H. P.; LOPES, F. J. F.; SILVÉRIO, F. O. **Sugarcane Breeding and Selection for more Efficient Biomass Conversion in Cellulosic Ethanol**. In: Buckeridge MS, Goldman GH (ed) Routes to Cellulosic Ethanol. Springer, New York, pp 199-239, 2011.

MARIANO, J. **Cana-energia, a revolução sucroenergética está começando**. NOVA CANA. out, 2015. Disponível em: <https://www.novacana.com/n/cana/variedades/especial-cana-energiarevolucao-sucroenergetica-201015/>>. Acesso em: 11 mai, 2019.

MARQUES, M. O.; MACIEL, B. F.; FIGUEIREDO, I. C.; MARQUES, T. A., **Considerações sobre a qualidade da matéria-prima**. In: MARQUES M. O., MUTTON, M. A., NOGUEIRA T. A. R., TASSO JÚNIOR, L. C., NOGUEIRA, G. A., BERNARDI, J. H. Tecnologias na Agroindústria Canavieira. Editora: FCAV p.9-16. 2008, p.319.

MATSUOKA, S.; BRESSIANI, J. A.; MACCHERONI, W.; FOUTO, I. **Bioenergia da Cana**. In: Cana-de-açúcar: Bioenergia, Açúcar e Álcool. (Eds. Santos, F.; Borém, A. e Caldas, C.) 2 ed. Viçosa: UFFV, v.1. p 487-517, 2012.

MATSUOKA, S.; KENNEDY, A. J.; SANTOS, E. G. D.; DOS TOMAZELA, A. L.; RUBIO, L. C. S. **Energy cane: its concept, development, characteristics, and prospects**. Advances in Botany, 1–13, 2014.

MATSUOKA, S.; RUBIO, L.; TOMAZELA, A.; SANTOS, E. **A evolução do Proálcool**. Revista Agroanalysis, Mercado & Negócios, p. 29 - 30, 2016.

MING, R. ;Moore, P. H.; Wu, K. K.; D'Hont, A.; Glaszmann, J. C.; Tew, T. L.; Paterson, A. H. **Sugarcane improvement through breeding and biotechnology**. In: JANICK, J. Plant breeding reviews, New York: John Wiley & Sons, v. 27, p. 15-118, 2006.

RAMOS, R. S. **Seleção de cana-energia**. 2015. 78 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)- Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia , Viçosa, 2015.

RUBIN, E. M. **Genomics of cellulosic biofuels**. Nature, v. 454, n. 14, p. 841-845, 2008.

SALASSI, M. E.; BROWN, K.; HILBUN, B. M.; DELIBERTO, M. A.; GRAVOIS, K. A.; MARK, T. B.; FALCONER, L. L. **Farm-Scale Cost of Producing Perennial Energy Cane as a Biofuel Feedstock**. BioEnergy Research, v. 7, n. 2, p. 609-619, 2014.

SAS Institute INC.SAS/STAT™ **SAS user's guide for windows environment**. 6.11 ed. Cary : SAS Institute, 1995.

SCHMER, M.R.; VOGEL, K.P.; MITCHELL, R.B.; PERRIN, R.K. **Net energy of cellulosic ethanol from switchgrass**. PANS 105: p.464-469, 2008.

SILVA, D. G. **Mapeamento genético de marcadores dart (diversity arrays technology) em cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. 81 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

SILVA, S. I. D. S. **Biomassa para geração de energia: eucalipto, cana-energia e bagaço de cana-de-açúcar**. Monografia (Tecnologia em Produção Sucrialcooleira). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, 2016.

SILVEIRA, L. C. I. **Melhoramento genético da cana-de-açúcar para obtenção de cana energia**. 84 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

STICKLEN, M. B. **Plant genetic engineering for biofuel production: towards affordable cellulosic ethanol**. Nature Reviews, v. 9, p. 433-443, 2008.

TEW, T.L.; COBILL, R.M. **Genetic Improvement of Sugarcane (*Saccharum spp.*) as an Energy Crop**. In: VERMERRIS, W. Genetic Improvement of Bioenergy Crops. Springer New York, 2008. p. 249-272.

VIOLANTE, M. H. S. R. **Potencial de produção de cana-de-açúcar em áreas agrícolas marginais no Brasil**. 112f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) – Curso de Pós-graduação em Economia, Escola de Economia de São Paulo, São Paulo, 2012.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**LEONARDO TULLIO** - Engenheiro Agrônomo (Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais- CESCAGE/2009), Mestre em Agricultura Conservacionista – Manejo Conservacionista dos Recursos Naturais (Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR/2016). Atualmente, doutorando em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná – UFPR, é professor efetivo do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, e atua como professor colaborador na Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG – NUTEAD. Também é revisor de periódicos. Tem experiência na área de Agronomia e Geotecnologia. E-mail para contato: leonardo.tullio@outlook.com

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Agricultura Irrigada 2, 2, 6, 8, 17, 19, 57, 65, 81, 94, 124, 126, 137, 143, 148, 156

Águas Salobras 94

Apocynaceae 92, 93, 111, 112, 116

Área Irrigada 4, 6, 8, 9, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 27, 124, 126, 127, 130, 131, 133, 135, 136, 137

Automação da Irrigação 149, 156

### B

Bioinvasão 111, 112, 113

### C

Citrullus lanatus 1

Cucumis melo L. 144, 145, 146, 157, 158

Cucurbita moschata L. 149, 150

### D

Densidade de Plantas 144, 145

Desenvolvimento Sustentável 6, 109, 124

Dimensionamento 21, 32, 46, 48

### E

Estimativa 20, 21, 22, 25, 46, 48, 58, 66, 67, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 138, 141, 142, 149, 151, 152, 154, 156, 158, 159, 161, 162, 163, 164, 166

Estresse 87, 88, 90, 92, 93, 101, 111, 114, 115, 116, 154, 166, 170, 171

Evapotranspiração 3, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 56, 57, 58, 61, 64, 65, 66, 67, 70, 71, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 90, 93, 96, 113, 124, 125, 138, 140, 141, 142, 143, 149, 151, 152, 153, 157, 161, 162, 163

### F

Fertirrigação 1, 2, 3, 4, 146, 148, 160

### H

Halotolerante 101, 117

### I

Inovação Tecnológica 56, 58

Irrigação por Gotejamento 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 32, 33, 34, 41, 44, 46, 47, 65, 96, 129, 130, 145, 147

## **L**

Laterais Inclinadas 32

Laterais Pareadas 32, 34, 35, 39, 43

Linha Lateral 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 43, 44, 46, 47, 48, 145, 147

Lisímetros 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 94, 95, 138, 140

## **M**

Macronutrientes 94, 96, 98, 99

Manejo da Irrigação 3, 21, 58, 67, 120, 149, 157, 158

Melhoramento Genético 168, 169, 170, 171, 175

Métodos de Irrigação 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 124, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 135, 136

Métodos Empíricos 66, 70, 142

## **N**

Nivelamento 26, 28, 29, 30

## **P**

Penman-monteith 22, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 138, 139, 141, 142, 153, 157, 161, 162

Perda de Carga 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 46, 47, 49, 50, 52, 53, 55

Pluviômetro 20, 22, 56, 58, 63, 64

Poaceae 82, 83, 85, 169

Projeto Hidráulico 26

## **Q**

Qualidade de Frutos 144

## **R**

Recursos Hídricos 6, 8, 19, 124, 126, 137, 148, 150, 158

## **S**

Saccharum spontaneum 168, 169, 171

Salinidade 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 108, 109, 111, 113, 114, 115, 117, 118, 120, 121, 122, 123

Sensor de Granier 157

Substratos Salinos 117

Sucroenergético 167, 168, 169

## T

Temperatura 20, 22, 23, 24, 28, 29, 36, 41, 47, 49, 50, 68, 78, 82, 84, 85, 86, 88, 91, 92, 96, 104, 105, 106, 111, 114, 115, 151, 159, 160, 161, 162

Termo Higrômetro 20, 22

Topografia 26, 31

# Desenvolvimento de Pesquisa Científica na **Agricultura Irrigada**

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

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# Desenvolvimento de Pesquisa Científica na **Agricultura Irrigada**

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

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 