



Júlio César Ribeiro
Carlos Antônio dos Santos
(Organizadores)

Competência Técnica e Responsabilidade Social e Ambiental nas Ciências Agrárias 3



Júlio César Ribeiro
Carlos Antônio dos Santos
(Organizadores)

Competência Técnica e Responsabilidade Social e Ambiental nas Ciências Agrárias 3

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Karine de Lima

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

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

Prof. Dr. Antonio 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. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª 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

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

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

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

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

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. 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

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. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
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
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 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
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
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

C737 Competência técnica e responsabilidade social e ambiental nas ciências agrárias 3 [recurso eletrônico] / Organizadores Júlio César Ribeiro, Carlos Antônio dos Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.

Formato: PDF
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.
 Modo de acesso: World Wide Web.
 Inclui bibliografia
 ISBN 978-85-7247-943-1
 DOI 10.22533/at.ed.431202201

1. Agricultura. 2. Ciências ambientais. 3. Pesquisa agrária – Brasil. I. Ribeiro, Júlio César. II. Santos, Carlos Antônio dos.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

APRESENTAÇÃO

A competência técnica aliada a responsabilidade social e ambiental é imprescindível para uma atuação profissional com excelência em determinada atividade ou função. Nas Ciências Agrárias, esta demanda tem ganhando destaque em função do crescimento do setor nos últimos anos e da grande necessidade por profissionais tecnicamente qualificados, com conhecimentos e habilidades sólidas na área com vistas à otimização dos sistemas produtivos. É importante ressaltar, ainda, que a atuação com uma ótica social e ambiental são extremamente importantes para o desenvolvimento sustentável das atividades voltadas às Ciências Agrárias.

Neste sentido, surgiu-se a necessidade de idealização desta obra, “Competência Técnica e responsabilidade Social e Ambiental nas Ciências Agrárias”, que foi estruturada em dois volumes, 1 e 2. Em ambos os volumes são tratados estudos relacionados à caracterização e manejo de solos, otimização do desenvolvimento de plantas, produção de alimentos envolvendo técnicas inovadoras, utilização de resíduos de forma ecologicamente sustentável, dentre outros assuntos, visando contribuir com o desenvolvimento das Ciências Agrárias.

Agradecemos a contribuição dos autores dos diversos capítulos que compõe a presente obra. Desejamos ainda, que este trabalho possa informar e promover reflexões significativas acerca da responsabilidade social e ambiental associada às competências técnicas voltadas às Ciências Agrárias.

Júlio César Ribeiro
Carlos Antônio dos Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 1

AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DO SOLO NO PROJETO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
PORTO SEGURO, MARABÁ - PA

Karina Miranda de Almeida
Gleidson Marques Pereira
João Paulo Soares da Silva
João Pedro Silva da Silva
Luana Mariza Moraes dos Santos
Nathália Cordeiro Fidelis dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.4312022011

CAPÍTULO 2 8

SUBSTRATO BOVINO NO DESENVOLVIMENTO DE ESTACAS DE ACEROLEIRA

Antônio Gabriel Ataíde Soares
Elis Cristina Bandeira da Mota Silva
Ruthanna Isabelle de Oliveira
Taianny Matias da Silva
Ana Karolina de Oliveira Sá Acevedo
Maria Jany Kátia Loiola Andrade
Gustavo Alves Pereira

DOI 10.22533/at.ed.4312022012

CAPÍTULO 3 16

USO DE RESÍDUOS AGROFLORESTAIS E AGROINDUSTRIAIS NA PRODUÇÃO DE COGUMELOS
DA ESPÉCIE PLEUROTUS PULMONARIUS EM FRAGMENTO FLORESTAL

Giseudo Aparecido de Paiva
Grace Queiroz David
Adriana Matheus da Costa Sorato
Ana Paula Rodrigues da Silva
Ostenildo Ribeiro Campos
Luana Souza Silva
Tainara Rafaely de Medeiros
Walmor Moya Peres
Wesley dos Santos
Ana Paula Roveda
Anderson Alex Sandro Domingos de Almeida
Laiza Almeida Dutra

DOI 10.22533/at.ed.4312022013

CAPÍTULO 4 22

ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA (ETO) DIÁRIA EM BALSAS/MA BASEADA APENAS NA TEMPERATURA DO AR

Elton Ferreira Lima
Rafael Guimarães Silva Moraes
Karolayne dos Santos Costa Sousa
Bryann Lynconn Araujo Silva Fonseca
Jossimara Ferreira Damascena
Mickaelle Alves de Sousa Lima
Maria Ivanessa Duarte Ribeiro
Wesley Marques de Miranda Pereira Ferreira
Edson Araújo de Amorim
Layane Cruz dos Santos
Kalyne Pereira Miranda Nascimento
Kainan Riedson Oliveira Brito

DOI 10.22533/at.ed.4312022014

CAPÍTULO 5 29

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO ENTRE OS ANOS DE 1990 E 2013 NA BACIA DO RIO PERUÍPE, BAHIA

Emilly da Silva Farias
Raquel Viana Quinelato
João Batista Lopes da Silva

DOI 10.22533/at.ed.4312022015

CAPÍTULO 6 37

DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADES ESPECÍFICAS DO CAPIM ELEFANTE CV. PIONEIRO EM CULTIVO DE SEQUEIRO

Emilly da Silva Farias
Murilo Sousa Ramos
João Batista Lopes da Silva
Wanderley de Jesus Souza

DOI 10.22533/at.ed.4312022016

CAPÍTULO 7 43

SELEÇÃO DE DIFERENTES SEMENTES HOSPEDEIRAS POR FÊMEAS *ZABROTES SUBFASCIATUS* (BOH.) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE, BRUCHINAE) E DANOS NA GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DOS GRÃOS PÓS-PREDAÇÃO

Valquíria Dias de Souza
Angel Roberto Barchuk
Isabel Ribeiro do Valle Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.4312022017

CAPÍTULO 8 54

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO UMBUZEIRO COM ENRAIZADORES ALTERNATIVOS

Antônio Gabriel Ataíde Soares
Ruthanna Isabelle de Oliveira
Lailla Sabrina Queiroz Nazareno
Nemilda Pereira Soares
Ana Karolina de Oliveira Sá Acevedo
Thamyres Yara Lima Evangelista
Gustavo Alves Pereira

DOI 10.22533/at.ed.4312022018

CAPÍTULO 9 62

INFLUÊNCIA DE REGULADORES VEGETAIS NO DESENVOLVIMENTO REPRODUTIVO DE PLANTAS DE SOJA

Marcelo Ferraz de Campos
Elizabeth Orika Ono

DOI 10.22533/at.ed.4312022019

CAPÍTULO 10 72

SELEÇÃO DE HÍBRIDOS DE CUPUAÇUZEIRO QUANTO À CAPACIDADE PRODUTIVA, DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO E RESISTÊNCIA À VASSOURA-DE-BRUXA NO MUNICÍPIO DE TERRA ALTA - PA

Paulo Henrique Batista Dias
Bianca Cavalcante da Silva
Daniel Vítor Mesquita da Costa
Lívia Manuele Viana Galvão
Rafael Moysés Alves
Raiana Rocha Pereira
Cristiane da Paixão Barroso
Wendy Vieira Medeiros
José Itabirici de Souza e Silva Junior
Nayra Silva do Vale
Jonathan Braga da Silva
Bruno Borella Anhê

DOI 10.22533/at.ed.43120220110

CAPÍTULO 11 80

CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA DO PÓLEN COLETADO POR ABELHAS MELÍFERAS EM REGIÃO DE ECÓTONO CERRADO AMAZÔNIA: AVALIAÇÃO DESTES RECURSO AO LONGO DO ANO

Felipe de Lima Rosa
Natália Vinhal da Silva
Kézia Pereira de Oliveira
Vagner Alves dos Santos
Rômulo Augusto Guedes Rizzardo

DOI 10.22533/at.ed.43120220111

CAPÍTULO 12 89

HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DO MOSTO DA PALMA FORRAGEIRA PARA PRODUÇÃO DE ETANOL

Fátima Rafaela Da Silva Costa
Kennedy Kelvik Oliveira Caminha
Paula Bruna da Silva
Maico da Silva Silveira
Felipe Sousa da Silva
Adricia Raquel Melo Freitas
Rodrigo Gregório Da Silva
Mayara Salgado Silva

DOI 10.22533/at.ed.43120220112

CAPÍTULO 13 97

INFLUÊNCIA DA TOPOGRAFIA E DA SAZONALIDADE CLIMÁTICA NO NDVI EM FLORESTA TROPICAL SAZONALMENTE SECA

Deodato do Nascimento Aquino
Eunice Maia de Andrade
Flávio Jorge Ponzoni

DOI 10.22533/at.ed.43120220113

CAPÍTULO 14 110

PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS HÍDRICOS E SUA RELAÇÃO COM A AGRICULTURA: REVISÃO BIBLIOMÉTRICA DOS ÚLTIMOS 10 ANOS

Greici Joana Parisoto
Samanta Ongaratto Gil
Ivaneli Schreinert dos Santos
Camila Soares Cardoso
Letícia de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.43120220114

CAPÍTULO 15 122

FABRICAÇÃO E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BARRA DE CEREAL ENRIQUECIDA COM FARINHA DE LINHAÇA (*LINUM USITATISSIMUM*)

Fernanda Izabel Garcia da Rocha Concenço
Rosane Nunes de Lima Gonzales
Marcia Vizzotto
Leonardo Nora

DOI 10.22533/at.ed.43120220115

CAPÍTULO 16 136

DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DA MAÇÃ EMPREGANDO ENERGIA ULTRASSÔNICA

Jakeline Dionizio Ferreira
Gabrielly Assunção Félix dos Santos
Raquel Aparecida Loss
Sumária Sousa e Silva
Juliana Maria de Paula
Claudinéia Aparecida Queli Geraldi
Sumaya Ferreira Guedes

DOI 10.22533/at.ed.43120220116

CAPÍTULO 17 144

INFLUÊNCIA DO ULTRASSOM NA DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DO ABACAXI (*ANANAS COMOSUS* (L.) *MERR.*)

Nila Gabriela Ferreira Lopes Freire
Raquel Aparecida Loss
Sumária Sousa e Silva
Juliana Maria de Paula
Claudinéia Aparecida Queli Geraldi
Sumaya Ferreira Guedes

DOI 10.22533/at.ed.43120220117

CAPÍTULO 18 155

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DE FILME STRETCH EM CARCAÇAS BOVINAS RESFRIADAS ABATIDAS NO MUNICÍPIO DE IMPERATRIZ-MA

Zaira de Jesus Barros Nascimento
Raimundo Nonato Rabelo
Herlane de Olinda Vieira Barros
Viviane Correa Silva Coimbra
Anna Karoline Amaral Sousa
Bruno Raphael Ribeiro Guimarães

DOI 10.22533/at.ed.43120220118

CAPÍTULO 19 164

VERTICALIZAÇÃO DO ENSINO E PERSPECTIVAS PROFISSIONAIS E EDUCACIONAIS DO ALUNO DO CURSO TÉCNICO EM AGROPECUÁRIA DO IFRO – CÂMPUS ARIQUEMES

Quezia da Silva Rosa
Mayko da Silva Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.43120220119

CAPÍTULO 20 174

UTILIZAÇÃO DO SGEV (SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE EVENTOS) PARA ATIVIDADES PET-AGRONOMIA – UNIOESTE

Jessyca Vechiato Galassi
Nardel Luiz Soares da Silva
Natália Cardoso dos Santos
Daliana Hisako Uemura Lima
Camila da Cunha Unfried
Jaqueline Vanelli
Aline Rafaela Hasper
Lucas Casarotto
Leonardo Mosconi
Arthur Kinkas
Paula Caroline Bejola
Nathália Cotorelli

DOI 10.22533/at.ed.43120220120

CAPÍTULO 21 180

PESCADOR SEM PEIXE: MEMÓRIAS DOS PESCADORES DA CIDADE DE SÃO RAFAEL/RN

Juce Hermes Soares Lima
Maria do Carmo Ferreira Barbosa
Davi Moura Xavier
Robson Campanerut da Silva

DOI 10.22533/at.ed.43120220121

CAPÍTULO 22 180

PROPOSTAS DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DA PEDREIRA DRISNER, MUNICÍPIO DE MARIPÁ – PARANÁ

Lidiane Kraemer Uhry
Oscar Vicente Quinonez Fernandez

DOI 10.22533/at.ed.43120220122

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO 23 | 180 |
| TAXA DE APORTE DE SEDIMENTOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO RIO IGUAÇU – PR DOI 10.22533/at.ed.43120220123 | |
| SOBRE OS ORGANIZADORES | 187 |
| ÍNDICE REMISSIVO | 188 |

HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DO MOSTO DA PALMA FORRAGEIRA PARA PRODUÇÃO DE ETANOL

Data de Aceite: 03/01/2020

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Ceará (IFCE),
Campus Limoeiro do Norte - CE.

Fátima Rafaela Da Silva Costa

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Ceará (IFCE),
Campus Limoeiro do Norte - CE.

Kennedy Kelvik Oliveira Caminha

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Ceará (IFCE),
Campus Limoeiro do Norte - CE.

Paula Bruna da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Ceará (IFCE),
Campus Limoeiro do Norte - CE.

Maico da Silva Silveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Ceará (IFCE),
Campus Limoeiro do Norte - CE.

Felipe Sousa da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Ceará (IFCE),
Campus Limoeiro do Norte - CE.

Adricia Raquel Melo Freitas

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Ceará (IFCE),
Campus Limoeiro do Norte - CE.

Rodrigo Gregório Da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Ceará (IFCE),
Campus Limoeiro do Norte - CE.

Mayara Salgado Silva

RESUMO: A palma forrageira é um produto destinado à alimentação animal que pode ter uma maior abrangência mercadológica caso seja direcionada ao desenvolvimento de outros produtos como etanol, que atualmente é produzido principalmente a partir da cana-de-açúcar. Tendo em vista que a produção de palma forrageira já está bastante difundida no semiárido, e requer menor uso de água quando comparada à cana-de-açúcar, este projeto tem como objetivo testar a hidrólise enzimática do mosto da palma forrageira para produção de etanol. Para tanto, fungos foram isolados da superfície da palma e testados para produção de extratos enzimáticos. As enzimas foram purificadas e aplicadas no processo de inversão do material lignocelulósico da palma. Ao final, pode-se concluir que o extrato enzimático produzido a partir do fungo isolado de *Opuntia ficus-indica* Mill. (Palma Gigante) sobre o mosto de *Nopalea cochenillifera* (Palma Miúda) apresentou maior produção de açúcares redutores, em menor tempo de contato e com uma menor concentração de extrato enzimático. **PALAVRAS-CHAVE:** Isolamento; rendimento, inversão.

ENZYMATIC HYDROLYSIS OF FORAGE PALM MUST FOR ETHANOL PRODUCTION

ABSTRACT: Forage palm is a product intended for animal feed that may have larger market coverage if it used to the development of other products such as ethanol, which is currently mainly produced with sugarcane. Given that forage palm production is already widespread in the semi-arid and requires less investment and water use compared to sugarcane, this project aims to test the enzymatic hydrolysis of forage palm must for ethanol production. . To this end, fungi were isolated from the palm surface and tested for production of enzymatic extracts. The enzymes were purified and applied in the process of inversion of the lignocellulosic material of the palm. In the end, we concluded that the enzymatic extract produced from the fungus isolated from *Opuntia ficus-indica* Mill. (Palma Gigante) on the wort *Nopalea cochenillifera* (Palma Miúda) showed higher production of reducing sugars, shorter contact time and lower concentration of enzymatic extract.

KEYWORDS: Isolation, yield, inversion.

1 | INTRODUÇÃO

Durante a última década, o Brasil realizou esforços estimulando a produção de biocombustíveis, associando-o a um modelo mais limpo e sustentável. Neste ponto, culturas de cactáceas, como por exemplo, a palma forrageira, cujo seu metabolismo intrínseco lhes confere elevada capacidade de adaptação, apresenta-se como importantes alternativas para produção de etanol no semiárido, pois possui produção de biomassa similar à cana-de-açúcar, nos aspectos quantitativos por área (BARACHO; SILVA; NETO, 2009).

A palma forrageira é naturalmente do México, sendo adaptável em áreas áridas e semiáridas, como é o caso do Nordeste brasileiro. Alguns pesquisadores afirmam que a entrada da palma no Brasil teve como objetivo hospedar o inseto *Dactylopius coccus* conhecido como cochonilha do carmim. O projeto não obteve sucesso e logo estas cactáceas passaram a ser cultivadas como plantas ornamentais, até que em 1893, Barbosa Rodrigues recomendou o uso de palma como forrageira para alimentação do gado em épocas de seca no semiárido despertando interesse dos criadores (ANTUNES et al., 2014).

A região semiárida brasileira possui 980.133,079 km², 1.131 municípios e uma população de 22.598.318 habitantes, o que representa 42,67% da população do Nordeste ou 11,9% da população brasileira. Associado a isso, tem-se que 38,0% da população do semiárido reside no meio rural, precisamente no Nordeste, o que representa 8.587.360 habitantes do país (MEDEIROS et al., 2012). Por meio destes números, observa-se o grande impacto da viabilização da produção de etanol a partir de cactáceas, visto que esta cultura apresenta-se com viabilidade de cultivo em praticamente toda esta região (LEFSIH et al., 2016). No Nordeste predomina

dois cultivares de palma forrageira: a *Opuntia ficus-indica*, também conhecida como “gigante”, e a *Nopalea cochenillifera*, chamada de “miúda” ou “doce” (MAIA-NETO, 2000).

Devido à alta concentração de material lignocelulósico e baixo percentual de açúcares simples das cactáceas, a produção de etanol requer tratamentos preliminares que envolvem hidrólise ácida ou enzimática. A Palma forrageira contém em média 30,7 % de celulose, 5,93 % de hemicelulose e 6,49 % de lignina, que podem ser convertidos em açúcares simples e fermentescíveis como a glicose, que é bioquimicamente metabolizado por leveduras em etanol (TORRES NETO, 2010; OLIVEIRA, et al., 2015).

As celulasas e hemicelulasas representam um grupo de enzimas responsáveis pela hidrólise dos polissacarídeos da biomassa e que podem ser produzidos através de microrganismos, sendo a grande parcela por bactérias e fungos. A hidrólise enzimática irá converter os polissacarídeos (lignina, hemicelulose e celulose) em açúcares solúveis. A maioria das enzimas envolvidas na hidrólise de carboidratos são proteínas modulares, constituídas por um módulo catalítico e por um módulo de ligação a carboidratos, sendo a função destes, promover uma melhor interação entre o substrato. Muitos fatores podem afetar o processo, como por exemplo, a concentração do substrato, a atividade das enzimas e as condições da reação (temperatura, pH e etc) (RODRIGUES, 2014).

Tendo em vista as dificuldades de se promover a inversão dos carboidratos da palma para açúcares fermentescíveis, o uso de enzimas fúngicas foram testadas, em busca de se desenvolver uma tecnologia apropriada para produção de etanol.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção do material vegetal

Toda a pesquisa foi desenvolvida no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – campus Limoeiro do Norte. As duas variedades de palma foram obtidas na Unidade de Extensão e Pesquisa (UEPE) sendo transportadas para a Planta de Piloto de Frutos e Hortaliças. Inicialmente os cladódios das palmas (gigante e miúda) foram submetidos a uma lavagem em água corrente para retirada de sujidades e remoção de espinhos. Após isso cada variedade foi submetida a um tratamento térmico por meio de cozimento à temperatura de 100 °C por 15 minutos. Em seguida o material foi triturado em um processador de alimentos industrial, nas proporções de 1:1 (água e palma) e acondicionado em recipiente higienizado e hermeticamente fechado para conservação sob congelamento e uso posterior.

Isolamento de fungos e teste de viabilidade para inversão de polissacarídeos

Para o isolamento foram separados os cladódios das espécies *Opuntia ficus-indica* Mill. cvs. Gigante e a *Nopalea cochenillifera* (Salm Dyck). Cvs. Palma Miúda,

vindos diretamente do campo e transportados para o Laboratório de Microbiologia.

Posteriormente o material foi diluído e inoculado em meio sólido Ágar Batata Dextrose, afim de que fossem isoladas colônias de fungos filamentosos (MOREIRA; HUISING; BIGNELL, 2010). Foram feitos três estriamentos sucessivos para garantir a pureza das colônias selecionadas.

Os fungos selecionados foram inoculados em mosto de palma cozido na concentração de 0,5 % (m/v) para o teste de viabilidade de uso. Após a inoculação o mosto fermentou durante 6 dias e diariamente determinou-se a concentração de açúcares redutores pelo método DNS segundo Miller (1959). Os fungos que apresentassem maior conversão e liberação de açúcares simples foram selecionados para produção de enzimas.

Proliferação dos fungos para produção das enzimas

Após a seleção do fungo apropriado realizou-se a incubação dos esporos mantidos em estoque sobre refrigeração.

Em um erlenmeyer de 250 mL, pesou-se 100 g de Palma miúda (PM) e em outro 100 g de Palma Gigante (PG) cozidos e triturado com o auxílio de faca e garfo esterilizados. A inoculação dos esporos foi efetuada em Câmara de Fluxo Laminar onde cada erlenmeyer recebeu 1 mL do estoque de esporos, e em seguida mantido em estufa de cultura por 48 horas a 28 °C.

Obtenção do extrato enzimático

Após o período de incubação as amostras contidas nos erlenmeyers apresentaram um manto fúngico. Para a extração das enzimas adicionou-se 100 mL da solução tampão acetato de sódio 50 mM e conduziu-se as vidrarias para mesa agitadora a 150 rpm por 60 minutos. Posteriormente o material foi filtrado com auxílio de uma bomba a vácuo e o produto resultante da filtração foi centrifugado 5000 rpm no intervalo de 10 minutos, após a centrifugação foi recolhido o sobrenadante obtendo-se assim o extrato enzimático, onde o mesmo foi armazenado a -4 °C para posteriores análises e aplicações (INFORSATO et al., 2016).

Análise de viabilidade da atividade enzimática

Para o teste preliminar preparou-se 10 mL de mosto + 1 mL do extrato enzimático de cada fungo selecionado. O material foi aquecido em banho-maria a 50 °C por 30 minutos. A enzima que apresentasse maior eficiência seguiria para os testes posteriores.

Dando continuidade, a enzima foi inoculada no mosto na mesma concentração anterior variando-se o tempo de contato das enzimas à 50°C. Foram testados os tempos de 15, 30 e 60 minutos com o mosto de cada palma e o extrato enzimático

pré-selecionado.

Após estabelecer o tempo ideal os extratos foram testados nos dois mostos em diferentes concentrações. Em proporção de Extrato Enzimático por Volume de Mosto (v/v), foram testados: 50% (1:1); 20% (1:5); 10% (1:10); 4% (1:25); 2% (1:50) e 1% (1:100).

Determinou-se a atividade enzimática sobre as amostras por meio de concentração de açúcares liberados durante os ensaios mediante a utilização o ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS) (MILLER, 1959), utilizando curva padrão de glicose (0,1 –1,0 μmol).

3 | RESULTADO E DISCUSSÃO

Isolamento de fungos e teste de viabilidade

Após aplicada a técnica de plaqueamento nas duas variedades de palma, observou-se que a Palma Miúda (PM) apresentava maior número fungos e leveduras quando comparada à Palma Gigante (PG) (Tabela 1), entretanto, para isolamento apenas um tipo de fungo foi selecionado de cada palma. O fungo correspondente à PG apresentou colônias pretas, enquanto o fungo selecionado da PM apresentou colônias de coloração branca. (Tabela 1).

| Espécie de palma | Contagem total (UFC/mL) | Número de colônias (Unidades) | Fungos selecionados (Unidades) |
|------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| PG | 7,0.106 | 28 | 1 colônia preta |
| PM | 2,3.107 | 11 | 1 colônia branca |

Tabela 1. Contagem de colônias de fungos proveniente das palmas forrageiras em estudo.

PG - *Opuntia ficus-indica* (Mill) (Palma gigante); PM - *Nopalea cochenillifera* (Salm Dyck) (Palma miúda).

Com os fungos isolados e o mostro preparado, fez-se a inoculação para avaliação da capacidade fermentativa dos mesmos (Figura 1).

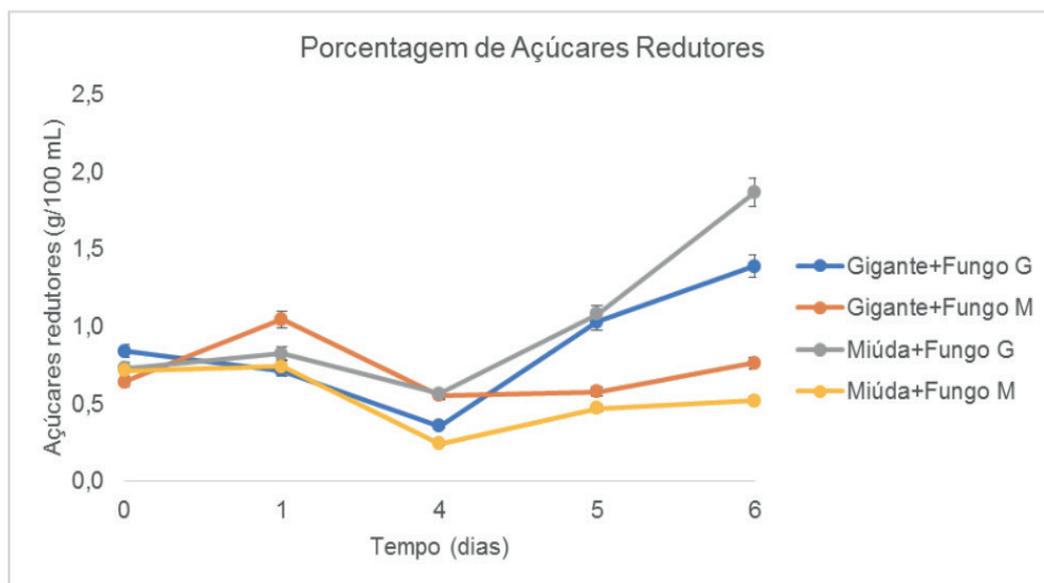


Figura 1. Comportamento dos açúcares produzidos pelos fungos no decorrer do tempo. G = gigante; M = Miúda.

Ao final do 6º dia observou-se a eficiência máxima do processo. O mosto que apresentava apenas 0,5 % de palma cozido atingiu aproximadamente 2% (m/v) de açúcares redutores com a aplicação do fungo da PG sobre o mosto da mesma palma. Como inicialmente o material apresentava cerca de 0,8% destes açúcares, isso correspondeu a um ganho de 1,8 %. Apesar do teste de aplicação direta ter demonstrado a maior capacidade de inversão do fungo da PG, os dois foram utilizados para produção do extrato enzimático e posterior teste.

Atividade enzimática do extrato produzido

Foram obtidos dois extratos enzimáticos EPM (Enzima da Palma Miúda) e EPG (Enzima da Palma Gigante). Em testes preliminares na concentração de 50% (1:1) a EPG apresentou maior eficiência, e por isso foi selecionada para prosseguir nos testes. O tempo médio para ação da EPM à 50 °C foi de 60 min enquanto que a EPG foi efetiva em 30 mim.

A enzima selecionada (EPG) foi aplicada sobre os mostos de palma miúda e palma gigante, a fim de estabelecer o tempo ideal de atuação (Tabela 2).

| Mosto | Tempo em minutos | | |
|----------------------|------------------|---------------|---------------|
| | 15 | 30 | 60 |
| Palma gigante | 1,36 ± 0,02 a | 1,42 ± 0,15 a | 1,07 ± 0,06 b |
| palma miúda | 0,96 ± 0,06 b | 1,13 ± 0,02 a | 1,37 ± 0,06 a |

Tabela 2. Comparação de teor de açúcares (g/L) por tempo após aplicação de extrato enzimático na concentração de 50% (v/v).

Letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente pelo teste-t ($p < 0,05$).

O tempo ideal para uso do extrato foi de 15 minutos para palma gigante e 30

minutos para palma miúda.

Após estabelecido o tempo ideal, testou-se a concentração ideal de extrato por mosto (Tabela 3).

Sobre o mosto da palma gigante, a concentração ideal de teste foi de 50%, enquanto que na palma miúda o extrato enzimático pode ser utilizado de modo eficiente em concentrações de até 10%.

| Concentração (v/v) | Mosto | |
|--------------------|----------------|----------------|
| | Palma gigante | Palma miúda |
| 50% (1:1) | 2,043 ± 0,05 a | 2,048 ± 0,04 a |
| 20% (1:5) | 1,171 ± 0,03 b | 1,756 ± 0,06 a |
| 10% (1:10) | 0,631 ± 0,03 b | 1,556 ± 0,02 a |
| 4% (1:25) | 0,372 ± 0,01 a | 0,164 ± 0,00 b |
| 2% (1:50) | 0,184 ± 0,03 b | 0,270 ± 0,00 b |
| 1% (1:100) | 0,044 ± 0,01 b | 0,344 ± 0,01 b |

Tabela 3. Comparação de teor de açúcares (g/L) por diluição do extrato enzimático EPG em mosto de palma miúda e palma gigante.

Letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente pelo teste-t ($p < 0,05$).

Ao final pode-se concluir que a enzima extraída da palma gigante é mais eficiente, entretanto, sobre as condições trabalhadas foi necessária uma grande proporção de extrato obtendo um efeito baixo. Para uma fermentação eficiente, faz-se necessário um aumento na concentração de açúcares que poderá ser obtido após a otimização do processo de extração. Em todo caso, maior eficiente foi observada sobre o mosto de palma miúda.

4 | CONCLUSÃO

As palmas forrageiras produzidas no nordeste apresentam uma boa diversidade de fungos efetivos na inversão de açúcares, entretanto, o fungo isolado da Palma Gigante apresentou maior eficiência na inversão de açúcares. Suas enzimas foram efetivas à 50°C durante 30 minutos de ação, apresentando maior rendimento em altas concentrações de extrato sobre o mosto de palma gigante, mas pode ser aplicado em até 10% sobre a palma miúda. Nas próximas etapas de pesquisa o extrato deverá ser quantificado, afim de estabelecer a concentração real e a fermentação do mosto será realizada com o objetivo de estabelecer a produção de etanol.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, D. P. C. et al. **Estudo do pré-tratamento ácido da palma forrageira para a produção de etanol**. XX Congresso brasileiro de engenharia química. Anais...: XX. Florianópolis/SC: 2014.

BARACHO, T. H. DE A.; SILVA, F. L. H. DA; NETO, A. B. T. **Utilização De Matérias-Primas Lignocelulósicas para Produção de Álcool Etilíco : Estudos da Hidrólise Ácida da Palma**

Forrageira e da Destilação do Hidrolisado Fermentado. VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. Anais...Uberlândia/MG: 2009.

ARAÚJO V. et al. **Isolation of *Saccharomyces cerevisiae* strains producing higher levels of flavoring compounds for production of “cachaça” the Brazilian sugarcane spirit.** International Journal of Food Microbiology, v. 108, n. 1, p. 51–59, 2006.

INFORSATO, F. J.; PORTO, A. L. M. **Atividade enzimática de celulases pelo método dns de fungos isolados de sementes em germinação.** Revista Brasileira de Energias Renováveis, v.5, n.4, p.444-465, 2016.

LEFSIH, K. et al. **Extraction, characterization and gelling behavior enhancement of pectins from the cladodes of *Opuntia ficus indica*.** International Journal of Biological Macromolecules, v. 82, p. 645–652, 2016.

MAIA-NETO, A. I. **Cultivo e utilização da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm Dick) para produção de leite no semi-árido nordestino.** Salvador: Universidade Federal da Bahia/Escola de Medicina Veterinária/Departamento de Produção Animal, 2000. 40 p. (Monografia).

MEDEIROS, S. de S. et al. **Sinopse do censo demográfico para o semiárido brasileiro.** INSA, Campina Grande, PB, 2012, 103p.

MOREIRA, F. M. S.; HUISING, E. J.; BIGNELL, D. E. **Manual de biologia dos solos tropicais.** 1. ed. Lavras. Minas Gerais: Universidade Federal de Lavras, 2010.

MILLER, G. L. **Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar.** Analytical Chemistry, v. 31, n. 3, p. 426–428, 1959.

OLIVEIRA, L. S. C; TORRES-NETO, A. B; SILVA-NETO, J. M; AZEVEDO, B. **Acompanhamento cinético da hidrólise enzimática da celulose da palma forrageira.** Anais do XX Simpósio Nacional de Bioprocessos. Fortaleza, CE, Vol. 1, 2015.

PEREIRA Jr., N.; COUTO, M.A. P. G.; SANTA ANNA, L. M. M. **Biomass of lignocellulosic composition for fuel ethanol production and the context of biorefinery.** In Series on Biotechnology, Ed. Amiga Digital UFRJ, Rio de Janeiro, v.2, 45 p, 2008.

RODRIGUES, R. S. **Produção, purificação e caracterização de celulase e hemicelulases do fungo da podridão-branca *Pycnoporus sanguineus* PF-2.** Tese (Doutorado), UFV – Viçosa, MG, 2014.

RIBEREAU-GAYON, P. et al. **Handbook of Enology: The Microbiology of Wine and Vinifications: Second Edition.** 2. ed. England: John Wiley & Sons, LTDA, 2006. v.1.

SILVA, L. I. L. da. **REGULAMENTO DA LEI No 8.918, DE 14 DE JULHO DE 1994.** Brasil, 2009.

TORRES-NETO, A. B. **estudo da pré-hidrólise ácida da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill).** Dissertação (Mestrado) em Engenharia Agrícola. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010, 47f.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acerola 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15
Alimento funcional 122, 123, 134
Apis mellifera 80, 81, 82, 84, 87, 88
Área foliar 62, 65, 66, 67, 70, 99, 104

B

Barra de cereal 122, 130, 131
Biorreguladores 62

C

Capacitação 175
Caruncho 43, 45
Conservação 2, 3, 4, 35, 91, 110, 111, 112, 115, 135, 138, 145, 146, 162, 163, 199, 210, 217
Consumo 52, 88, 122, 123, 156, 162, 198
Continuidade na educação 164

D

Desmatamento 29, 98
Diagnóstico rápido 1, 2, 6, 7

E

Educação profissionalizante 164
Estrutura dinâmica 1
Extratos alternativos 54

F

Flores 62, 63, 64, 65, 67, 68, 70, 77
Fruteira nativa 73

G

Germinação 43, 48, 49, 50, 51, 55, 61, 96
Glycine max 47, 62, 63, 64, 70

H

Hospedeiros 43, 46, 47, 48, 51

I

Informática 175
Interdisciplinaridade 171, 175
Inversão 89, 91, 94, 95

Irrigação 12, 14, 23, 37, 42, 55

Isolamento 89, 91, 93

M

Malus domestica 137, 138

Mata Atlântica 29, 30, 35, 108, 210, 219

Melhoramento vegetal 73

Modelos simplificados 23

O

Osmose 136, 145

P

Palinologia 80, 82

Penman-Monteith 23, 24, 25, 26, 27

Perfil do aluno 164, 166, 168

Phaseolus vulgaris 43, 44, 45, 46, 51, 52, 63, 71

Pólen apícola 80, 83, 85, 86, 87

Processamento 79, 101, 109, 122, 124, 125, 135, 162, 177, 206

Produção 8, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 32, 36, 37, 38, 40, 41, 47, 49, 51, 54, 56, 57, 61, 62, 63, 64, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 82, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 92, 94, 95, 96, 110, 111, 113, 120, 122, 135, 142, 156, 157, 161, 162, 165, 181, 186, 188, 189, 190, 195, 196, 197, 200, 203, 207, 211, 213, 214, 216, 220, 222

Produção de mudas 8, 15, 54, 56, 57, 61, 74

Progênies 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78

Propagação vegetativa 8, 9, 54, 60, 61

Q

Qualidade do solo 1

R

Rendimento 70, 89, 95

S

Sensoriamento remoto 29, 97, 98, 99, 108, 109

Spondias tuberosa L. 54, 55

Substrato 7, 8, 9, 10, 11, 12, 17, 18, 19, 20, 21, 48, 55, 57, 91, 192

T

Theobroma grandiflorum 72, 73, 78, 79

U

Ultrassom 136, 137, 138, 139, 142, 143, 144, 146, 147, 148, 151, 152, 153

Umidade 6, 24, 47, 75, 82, 107, 122, 126, 128, 134, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 160, 216

V

Vagens 62, 63, 64, 65, 68, 69, 70, 71

Viabilidade 16, 17, 18, 90, 91, 92, 93, 155, 157

 **Atena**
Editora

2 0 2 0