



DESENVOLVIMENTO SOCIAL E SUSTENTÁVEL

DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

3

Júlio César Ribeiro
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2020



DESENVOLVIMENTO SOCIAL E SUSTENTÁVEL

DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

3

Júlio César Ribeiro
(Organizador)

 **Atena**
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

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. 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. 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 Pietrobon – 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 Albornoz – 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 Livia 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

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Júlio César Ribeiro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D451 Desenvolvimento social e sustentável das ciências agrárias
3 / Organizador Júlio César Ribeiro. – Ponta Grossa -
PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-472-6

DOI 10.22533/at.ed.726201410

1. Ciências agrárias. 2. Agronomia. 3.
Desenvolvimento. 4. Sustentabilidade. I. Ribeiro, Júlio César
(Organizador). II. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O desenvolvimento sustentável das Ciências Agrárias assegura um crescimento socioeconômico satisfatório reduzindo potenciais impactos ambientais, ou seja, proporciona melhores condições de vida e bem estar sem comprometer os recursos naturais.

Neste contexto, a obra “Desenvolvimento Social e Sustentável das Ciências Agrárias” em seus 3 volumes traz à luz, estudos relacionados a essa temática.

Primeiramente são apresentados trabalhos a cerca da produção agropecuária, envolvendo questões agroecológicas, qualidade do solo sob diferentes manejos, germinação de sementes, controle de doenças em plantas, desempenho de animais em distintos sistemas de criação, e funcionalidades nutricionais em animais, dentre outros assuntos.

Em seguida são contemplados estudos relacionados a questões florestais, como características físicas e químicas da madeira, processos de secagem, diferentes utilizações de resíduos madeireiros, e levantamentos florestais.

Na sequência são expostos trabalhos voltados à educação agrícola, envolvendo questões socioeconômicas e de inclusão rural.

O organizador e a Atena Editora agradecem aos autores por compartilharem seus estudos tornando possível a elaboração deste e-book.

Esperamos que a presente obra possa contribuir para novos conhecimentos que proporcionem o desenvolvimento social e sustentável das Ciências Agrárias.

Boa leitura!

Júlio César Ribeiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

AGROECOLOGIA NA PERCEPÇÃO DA AGRICULTORA DO ASSENTAMENTO SUMARÉ II

Lucilene Cruz da Silva

DOI 10.22533/at.ed.7262014101

CAPÍTULO 2..... 14

Metarhizium anisopliae: POTENCIAL DE USO NO BRASIL, MERCADO E PERSPECTIVAS

Mizael Cardoso da Silva

Diego Lemos Alves

Lucas Faro Bastos

Alessandra Jackeline Guedes de Moraes

Alice de Paula de Sousa Cavalcante

Ana Paula Magno do Amaral

Fernanda Valente Penner

Gisele Barata da Silva

Gledson Luiz Salgado de Castro

Gleiciane Rodrigues dos Santos

Josiane Pacheco Alfaia

Telma Fátima Vieira Batista

DOI 10.22533/at.ed.7262014102

CAPÍTULO 3..... 27

PERSISTÊNCIA DE *Bacillus thuringiensis* VISANDO O CONTROLE MICROBIANO DE *Phyllocnistis citrella*

David Jossue López Espinosa

Rogério Teixeira Duarte

Silvia Islas Rivera

Alejandro Gregorio Flores Ricardez

Manuel de Jesús Morales González

Luis Arturo Solis Gordillo

Isac Carlos Rivas Jacobo

DOI 10.22533/at.ed.7262014103

CAPÍTULO 4..... 35

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DAS SEMENTES DE GIRASSOL ORIUNDAS DE DIFERENTES LOCALIDADES

Aline de Oliveira Silva

Luís Paulo Firmino Romão da Silva

Moisés Sesion de Medeiros Neto

Mailson Gonçalves Gregório

Erivan de Sousa Abreu

George Martins Gomes

Larissa Monique de Sousa Rodrigues

Marizânia Sena Pereira

DOI 10.22533/at.ed.7262014104

CAPÍTULO 5..... 45

SELEÇÃO DE MANDIOCA DE MESA NAS ENCOSTAS DA SERRA CATARINENSE

Sirlei de Lima Vieira
Darlan Rodrigo Marchesi
Fabiano Alberton

DOI 10.22533/at.ed.7262014105

CAPÍTULO 6..... 53

RESPOSTAS DE GENÓTIPOS DE CANA-ENERGIA À ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Tamara Rocha dos Santos
Eliana Paula Fernandes Brasil
Wilson Mozena Leandro
Gislene Auxiliadora Ferreira
Vanderli Luciano da Silva
Aline Assis Cardoso
Raiane Ferreira de Miranda
Mariely Moreira Borges
Nívia Soares de Paiva Bonavigo
Randro dos Reis Faria

DOI 10.22533/at.ed.7262014106

CAPÍTULO 7..... 61

PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERES MORFOLÓGICOS EM GENÓTIPOS DE *Capsicum annuum* L.

Maria Eduarda da Silva Guimarães
Ana Carolina Ribeiro de Oliveira
Ana Izabella Freire
Ariana Mota Pereira
Dreice Nascimento Gonçalves
Françoise Dalprá Dariva
Paula Cristina Carvalho Lima
Abelardo Barreto de Mendonça Neto
Renata Ranielly Pedroza Cruz
Mateus de Paula Gomes
Luciana Gomes Soares
Fernando Luiz Finger

DOI 10.22533/at.ed.7262014107

CAPÍTULO 8..... 69

TENDÊNCIAS CLIMÁTICAS NAS SÉRIES TEMPORAIS DO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA-RS

Izabele Brandão Kruel
Sandro Luis Petter Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.7262014108

CAPÍTULO 9..... 81

PÓLEN E ATIVIDADE POLINIZADORA DE ABELHAS SEM FERRÃO EM ÁREAS URBANAS, PERIURBANAS E REFLORESTADAS DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO, BRASIL

Ortrud Monika Barth
Alex da Silva de Freitas
Bart Vanderborght
Cristiane dos Santos Rio Branco

DOI 10.22533/at.ed.7262014109

CAPÍTULO 10..... 93

A IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA PROPRIEDADE INTELECTUAL PARA A BIOTECNOLOGIA: UMA ANÁLISE DA PRODUÇÃO (2013 – 2018) E DA EXPORTAÇÃO AGROPECUÁRIA (2015 – 2019)

Epaminondas da Silva Dourado

DOI 10.22533/at.ed.72620141010

CAPÍTULO 11..... 108

PLANEJAMENTO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO PARA A CAPACITAÇÃO E TREINAMENTO EM COOPERATIVA AGRÍCOLA

Flávio Aparecido Pontes
Cleis Meire Veiga
Luiz Egidio Costa Cunha

DOI 10.22533/at.ed.72620141011

CAPÍTULO 12..... 132

CARACTERIZAÇÃO ÓPTICAS E MORFOLÓGICAS DE FILMES BIODEGRADÁVEIS COMPOSTOS POR FÉCULA DE BATATA, GELATINA BOVINA E QUITOSANA

Francielle Cristine Pereira Gonçalves
Kristy Emanuel Silva Fontes
Mariza Cláudia Pinheiro de Assis
Anne Priscila de Castro Bezerra Barbalho
Bárbara Jéssica Pinto Costa
Dyana Alves de Oliveira
Richelly Nayhene de Lima
Ricardo Alan da Silva Vieira
Juciane Vieira de Assis
Francisco Leonardo Gomes de Menezes
Magda Jordana Fernandes
Liliane Ferreira Araújo de Almada
Diogo Silva de Aguiar Nobre

DOI 10.22533/at.ed.72620141012

CAPÍTULO 13..... 145

PRODUÇÃO DE QUEIJOS FRESCAIS ELABORADOS COM LEITE DE CABRAS CRIADAS EM SISTEMA INTENSIVO DE PRODUÇÃO

Élice Brunelle Lessa dos Santos

Steyce Neves Barbosa
Carina de Castro Santos Melo
Ana Laura Alencar Miranda
Maria Tamires Silva de Sá
André Araújo Moraes
Daniel Ribeiro Menezes

DOI 10.22533/at.ed.72620141013

CAPÍTULO 14..... 152

MELANOMA PERINEAL EM UM CAPRINO

Caroline Gomes da Silva
Amanda de Carvalho Gurgel
Diego Rubens Santos Garcia
Hodias Sousa de Oliveira Filho
Roberta Azevedo Beltrão
Mariana Lumack do Monte Barretto
Natália Ingrid Souto da Silva
Francisco Jocélio Cavalcante Souza
Laynaslan Abreu Soares
Isabela Calixto Matias
Glauco José Nogueira de Galiza
Lisanka Ângelo Maia

DOI 10.22533/at.ed.72620141014

CAPÍTULO 15..... 158

**RUPTURA DO LIGAMENTO CRUZADO CRANIAL EM CÃES: SUTURA DE
TÉCNICA EXTRACAPSULAR DE IMBRICAÇÃO EMPREGADA EM AVE**

Luana Coleraus dos Santos
Cassiano Loesch
Ariel Gasparin Nunes
Rodrigo Crippa
Alan Eduardo Bazzan
Bárbara Thaisi Zago
Flávia Serena da Luz

DOI 10.22533/at.ed.72620141015

CAPÍTULO 16..... 172

**AVALIAÇÃO DO PERFIL PEPTÍDICO DOS HIDROLISADOS PROTEICOS
OBTIDOS DE *Paralonchurus brasiliensis* ORIUNDOS DA FAUNA
ACOMPANHANTE**

Artur Ascenso Hermani
Tavani Rocha Camargo
Gabriella Cavazzini Pavarina
Luiz Flávio José dos Santos
Wagner Cotroni Valenti
João Martins Pizauro Junior

DOI 10.22533/at.ed.72620141016

CAPÍTULO 17..... 183

ESTUDO DE CASO COM ESTATÍSTICA NÃO PARAMÉTRICA NO AGRESTE PERNAMBUCANO/BRASIL: VALORES EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO E PRODUÇÃO DE LEITE

Moacyr Cunha Filho
Andréa Renilda Silva Soares
Daniel de Souza Santos
Danielly Roberta da Silva
Luany Emanuella Araujo Marciano
Izaquiel de Queiroz Ferreira
Catiane da Silva Barros Ferreira
José Antonio Aleixo da Silva
Rômulo Simões Cezar Menezes
Ana Patrícia Siqueira Tavares Falcão
Giselly de Oliveira Silva
Ana Luíza Xavier Cunha

DOI 10.22533/at.ed.72620141017

CAPÍTULO 18..... 194

ANÁLISE E DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURA EM MADEIRA *Manilkara spp*

Ada Lorena de Lemos Bandeira
Leandro Freire Ficagna
Claudio Dornelis de Freitas Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.72620141018

CAPÍTULO 19..... 200

PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA JOVEM DE EUCALYPTUS PELLITA

Filipe Luigi Dantas Lima Santos
Rita Dione Araújo Cunha
Sandro Fábio César

DOI 10.22533/at.ed.72620141019

CAPÍTULO 20..... 208

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE RESÍDUOS MOVELEIROS ORIUNDOS DA MADEIRA DE IPÊ NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS-PA

Wilson Fernando Rodrigues Stefanelli
Gesivaldo Ribeiro Silva
Raul Negrão de Lima
Nelivelton Gomes dos Santos
João Rodrigo Coimbra Nobre

DOI 10.22533/at.ed.72620141020

CAPÍTULO 21..... 215

EXTRATIVOS X POTENCIAL ENERGÉTICO: IMPACTO DA EXTRAÇÃO DA MADEIRA DE *Pinus elliottii* NO SEU ESTOQUE ENERGÉTICO

Elias Costa de Souza
Emanuelle Cristina Barbosa

Regina Maria Gomes
Debora Klingenberg
Diego Lima Aguiar
Luana Candaten
Annie Karoline de Lima Cavalcante
Aécio Dantas de Sousa Júnior
Ananias Francisco Dias Júnior
José Otávio Brito

DOI 10.22533/at.ed.72620141021

CAPÍTULO 22..... 227

FITOQUÍMICA E FARMACOLOGIA DE MATÉRIAS PRIMAS MADEIREIRA E NÃO MADEIREIRA

Luciana Jankowsky
Ivaldo Pontes Jankowsky

DOI 10.22533/at.ed.72620141022

CAPÍTULO 23..... 240

A CONSTRUÇÃO DE DIRETRIZES CURRICULARES PARA EDUCAÇÃO INTERCULTURAL NO MUNICÍPIO DE CURAÇÁ – BA

Anne Gabrielle da Silva Martins

DOI 10.22533/at.ed.72620141023

CAPÍTULO 24..... 246

FUNDAMENTOS DE UMA METODOLOGIA PARTICIPATIVA PARA VALIDAÇÃO E ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DA EMBRAPA

Joanne Régis Costa
José Edison Carvalho Soares
Adriana Moraes da Silva

DOI 10.22533/at.ed.72620141024

SOBRE O ORGANIZADOR..... 255

ÍNDICE REMISSIVO..... 256

CAPÍTULO 1

AGROECOLOGIA NA PERCEPÇÃO DA AGRICULTORA DO ASSENTAMENTO SUMARÉ II

Data de aceite: 01/10/2020

Lucilene Cruz da Silva

Faculdade de Engenharia Agrícola (Feagri)
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

RESUMO: Este artigo tem como objetivo apresentar a percepção de uma mulher Assentada sobre o tema Agroecologia, conhecimentos e saberes, vivência agroecológica como um desenvolvimento alternativo e sustentável na agricultura familiar, com manejo produtivo conservando e preservando os recursos naturais, visando à qualidade de vida, ampliação da produção de alimentos saudáveis, dentre outros, como também apresentar o Assentamento modelo de reforma agrária do estado. A assentada realiza agroecologia com a percepção de agricultura propor que a produção seja desenvolvida de forma sustentável, de acordo com os recursos naturais disponíveis para a manutenção da saúde do solo e enriquecimento do mesmo; também a sustentabilidade compreende o quanto pode ser produzido por uma unidade agrícola ou pelo próprio planeta sem precisar de inserção de elementos externos, sem uso de produtos químicos sintéticos para fertilização e adubação do solo. As famílias do Assentamento estão gerando cada vez mais trabalho e renda no campo, com a agricultura familiar, a produção agropecuária, contribuindo e fortalecendo o crescimento do município. Tem sucesso no processo de produção da terra e no cultivo de seus alimentos para atender o

autoconsumo e venda do excedente. Conta com um grupo de famílias que implantaram SAFs (Sistemas Agroflorestais) e realizam produção orgânica obtendo o certificado em SPG (Sistema de Participação de Garantia) pela Opac/ANC (Associação de Agricultura Natural de Campinas), e principalmente desenvolvendo a agroecologia como forma de contato mais próximo com a natureza e o bom convívio com o outro. Entende-se que agroecologia como ciência não existe sozinha, também a sabedoria popular, os saberes e conhecimentos desenvolvidos na lida diária com a terra, uma proposta sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Percepção, vivência, mulheres, grupo.

AGROECOLOGY IN THE PERCEPTION OF THE FARMER OF THE SUMARÉ II SETTLEMENT

ABSTRACT: This article aims to present the perception of a woman Settled on the theme Agroecology, knowledge and knowledge, agroecological experience as an alternative and sustainable development in family farming, with productive management conserving and preserving natural resources, aiming at the quality of life, expansion of healthy food production, among others, as well as presenting the Settlement model of agrarian reform of the state. The settler performs agroecology with the perception of agriculture proposing that production be developed in a sustainable manner, according to the natural resources available for maintaining soil health and enriching it; sustainability also includes how much can be

produced by an agricultural unit or by the planet itself without the need for the insertion of external elements, without the use of synthetic chemicals for fertilizing and fertilizing the soil. The families of the Settlement are generating more and more work and income in the field, with family farming, agricultural production, contributing and strengthening the growth of the municipality. It is successful in the land production process and in the cultivation of its food to meet self-consumption and the sale of surplus. It has a group of families that have implemented SAFs (Agroforestry Systems) and carry out organic production by obtaining the certificate in SPG (Guarantee Participation System) from Opac / ANC (Association of Natural Agriculture of Campinas), and mainly developing agroecology as a way of closer contact with nature and good contact with each other. It is understood that agroecology as a science does not exist alone, also popular wisdom, the knowledge and knowledge developed in the daily deal with the land, a sustainable proposal.

KEYWORDS: Perception, experience, women, group.

1 | INTRODUÇÃO

Este artigo visa apresentar a percepção de uma mulher, agricultora familiar assentada no Assentamento Sumaré II, município de Sumaré, Estado de São Paulo, a vivência agroecológica no desenvolvimento e manejo de produzir alimentos saudáveis visando à qualidade de vida no campo, assim como, uma compreensão além de uma agricultura alternativa, um movimento biopsicossocial e holístico, além, de apresentar brevemente o Assentamento Sumaré II de reforma agrária, Assentamento modelo no Estado de São Paulo.

2 | AGROECOLOGIA, CONCEITO ABORDADO

A agricultura familiar pode ser vista como um sistema em que as mulheres assentadas trabalham para perpetuar a família em conjunto entre todos da casa e do quintal. A propriedade familiar representa uma unidade familiar de produção, absorvendo a força de trabalho, a tecnologia e a criatividade dos membros da família, que buscam nela a sua subsistência, o equilíbrio e os avanços sociais e econômicos. De acordo com Abramovay (1998), a agricultura familiar reflete, em última instância, o espaço vivido e compartilhado, onde os membros da família criam referências e constroem identidades.

Para Wanderley (1995), agricultura familiar corresponde a formas de organização da produção em que a família é ao mesmo tempo proprietária dos meios de produção e executora das atividades produtivas. Essa condição imprime especificidades à forma de gestão do estabelecimento, porque referencia racionalidades sociais compatíveis com o atendimento de múltiplos objetivos socioeconômicos; pode ser retratada como uma parcela significativa na geração de

riqueza no meio rural.

De acordo com Neves (2005, p.23), o termo agricultura familiar se referia:

“Como termo de mobilização política e de enquadramento social consagrou a construção de novos modelos de desenvolvimento econômico, com capacidade de orientar a organização de unidades produtivas sustentáveis. A capacidade e as condições de trabalho são articuladas a partir das relações familiares; portanto, deve-se levar em consideração a diferenciação de gênero, ciclos de vida e sistema de autoridade familiar”.

Entende-se por agricultura familiar o cultivo da terra realizado por pequenos proprietários rurais, tendo como mão de obra essencialmente o núcleo familiar. Sendo isso que as agricultoras do assentamento realizam no seu dia a dia.

E a agroecologia, o que vem a ser este termo? Um tipo de cultivo, ou forma de conviver? Agroecologia palavra que corresponde à agricultura.

Segundo Altieri (2004), agroecologia é uma abordagem que integra os princípios agrônômicos, ecológicos e socioeconômicos à compreensão e avaliação do efeito da tecnologia sobre os sistemas agrícolas e a sociedade como um todo.

Surge como uma oportunidade para os pequenos e médios produtores da agricultura familiar. O cultivo agroecológico deve ser encarado como uma filosofia que traz mudanças de atitudes em busca de uma melhor qualidade de vida. Assim, entende-se que agroecologia é uma ciência, um movimento social e sua prática. Ela possui dimensões tecnológicas, sociais, políticas e econômicas. Vai além do não uso de agrotóxicos, realiza o manejo sustentável, valoriza as sementes tradicionais e cultiva alimentos em harmonia com a natureza e a cultura local, segundo Maria Emília Pacheco¹.

O uso do termo Agroecologia se popularizou nos anos 1980 a partir dos trabalhos de Miguel Altieri e, posteriormente, de Stephen Gliessman, ambos os pesquisadores de universidades estadunidenses e atualmente considerados os principais expoentes da “vertente americana” da agroecologia (CALDART et al., 2012).

A agroecologia surgiu de uma interação entre as disciplinas científicas naturais e sociais e as próprias comunidades rurais, principalmente da América Latina. Seus principais expoentes, na “vertente europeia” são Eduardo Sevilla-Guzmán e Manuel González de Molina, ambos ligados ao Instituto de Sociología y Estudios Campesinos (Isec), da Universidade de Córdoba, Espanha (CALDART et al., 2012).

No Brasil, a contestação à Revolução Verde surgiu com o movimento da “agricultura alternativa” do final da década de 1970, mas permaneceu inicialmente

¹ Assessora da Fase (Federação de Órgãos para Assistência Social e Educacional) durante a entrevista exibida no programa da TV, Canal Futura, em agosto de 2014.

restrita a um pequeno grupo de intelectuais, em sua maioria profissional das ciências agrárias, até meados da década de 1980. Foi somente a partir de 1989 que o termo Agroecologia começou a ser utilizado no Brasil, com a publicação do livro *Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa*, de Miguel Altieri (CALDART et al., 2012).

As organizações não governamentais (ONGs) foram as principais disseminadoras da agroecologia nos anos 1990. No início dos anos 2000, os movimentos sociais populares do campo, em especial aqueles vinculados à Via Campesina, incorporaram o debate agroecológico à sua estratégia política e passaram a dar contribuições importantes.

Para Altieri (2004), agroecologia é uma abordagem que integra os princípios agronômicos, ecológicos e socioeconômicos à compreensão e avaliação do efeito da tecnologia sobre os sistemas agrícolas e a sociedade como um todo.

Miguel Altieri aponta ainda que agroecologia,

“Pode ser caracterizada como uma disciplina que fornece os princípios ecológicos básicos para estudar, desenhar e manejar agroecossistemas produtivos e conservadores recursos naturais, apropriados culturalmente, socialmente justos e economicamente viáveis, proporcionando, dessa maneira, bases científicas para apoiar processos de transição a estilos de agriculturas de base ecológica ou sustentável” (ALTIERI, 1999, p.9).

A agroecologia desafia o conhecimento, mas este se aplica e se testa no terreno dos saberes individuais e coletivos (LEFF, 2002, p.43).

De acordo com Leff (2002), a agroecologia difere da produção orgânica, ainda que ambas não façam uso de agrotóxicos, por englobar a diversidade como um princípio.

“É terra, instrumento e alma da produção, onde se plantam novas sementes do saber e do conhecimento, onde enraíza o saber no ser e na terra; é o caldeirão onde se amalgamam saberes e conhecimentos, ciências, tecnologias e práticas, artes e ofícios no forjamento de um novo paradigma produtivo. Um conjunto de conhecimentos sistematizados, baseados em técnicas e saberes tradicionais (dos povos originários e camponeses) que incorporam princípios ecológicos e valores culturais às práticas agrícolas que, com o tempo, foram descolonizadas e desculturalizadas pela capitalização e tecnificação da agricultura” (LEFF, 2002, p.42).

“O saber agroecológico contribui para a construção de um novo paradigma produtivo ao mostrar a possibilidade de produzir com a natureza” (LEFF, 2002, p. 44).

3 I ASSENTAMENTO SUMARÉ II – ÁREA DE TRABALHO DAS MULHERES

O Assentamento Sumaré II localiza-se no município de Sumaré, estado de São Paulo (Figura 1), o qual após diversas reuniões no início da década de 1980, por trabalhadoras e desempregadas que buscaram na terra uma forma de superação dos seus problemas econômicos.

Inicialmente o grupo era composto por 45 famílias que se organizaram por meio das Comunidades Eclesiais de Base - CEBs e dos movimentos populares de bairro. Ocuparam uma área no Horto da Boa Vista, terreno de propriedade da Fepasa (Ferrovia Paulista S/A), município de Sumaré, divisa com Campinas, no estado de São Paulo. Posteriormente, todas as famílias foram transferidas para o Horto Florestal de Sumaré.

No Assentamento Sumaré II, constituída a agrovila para moradia das assentadas, com um total de 28 titulares de terra e mais de 80 famílias assentadas, contando com agregados dos titulares (filhos, netos, sobrinhos que se casaram e constituíram famílias). Os lotes destinados à produção agropecuária possuem uma área de até 7,5 ha cada.



Figura 1. Foto aérea do Assentamento Sumaré II, Sumaré/SP, 2018.

Fonte: Acervo Assentamento Sumaré II, 2008.

Além disso, agricultoras integram como cooperadas a Coopasul (Cooperativa Agropecuária de Produção dos Assentamentos Sumaré), cuja sede localiza-se no Assentamento Sumaré I e agregam os agricultoras dos Assentamentos Sumaré I, II e III que até 2018 parte da produção foi para o Programa de Aquisição de

Alimentos (PAA), Prefeitura de Guarulhos; o Programa Nacional de Alimentação Escolar² (Pnae), Prefeitura de Hortolândia e o Programa Paulista de Agricultura de Interesse Social (PPAIS), do município de Sumaré. Esta integração vem gerando cada vez mais trabalho e renda no campo, com a agricultura familiar, agroecologia, contribuindo e fortalecendo o crescimento do município. Tem sucesso no processo de produção da terra e no cultivo de seus alimentos para atender o autoconsumo e venda do excedente.

Cabe destacar o grupo de quatro famílias de agricultoras que participaram do projeto da Rede de Agroecologia da Unicamp (RAU)³ para implantação de SAFs (Sistema Agroflorestal) no Assentamento, em três lotes o fizeram em área de APP (Área de Proteção Permanente) e continuam preservando, plantando e cuidando do local com responsabilidade, como também participaram de formações⁴, como por exemplo: transição agroecológica, plantio consorciado, etc. e estão se familiarizando cada vez mais com agroecologia. Realizam produção orgânica com certificado em SPG (Sistema de Participação de Garantia) pela Opac/ANC (Associação de Agricultura Natural de Campinas).

Podemos concluir que os agricultoras que passaram pelo processo da transição agroecológica no contexto do Assentamento Sumaré II, estão apresentando grandes avanços, sendo eles os que fizeram a implantação de SAFs, os quais estão cada vez mais interessados em continuar o aprendizado agroecológico e realizar novas experiências nos lotes, plantando diversidades, trocando saberes e experiências. Contudo, os desafios são de continuar apoiando estes agricultores e envolver outros novos a quererem participar também, demonstrando que é possível fazer uma agricultura diferente, saudável e com qualidade de vida e evidenciando as conquistas que já foram alcançadas como também as vantagens que poderão ser obtidas desse tipo de atividade.

Segundo Siliprandi (2015), há uma conformação de um campo social agroecológico com a proposta de transformação social. Não somente nas rodas de conversas, encontros, mas também nos meios acadêmicos e dentro do Estado. Continuam após anos com as agricultoras familiares que alimentam o campo e a cidade, exalta soberania alimentar e nutricional, comporta a qualidade de vida e permite a visitação de qualquer um para quebra de paradigma.

2 Entre outros objetivos, esses programas buscam efetivar e operacionalizar a necessária associação da produção familiar local e o consumo de alimentos em quantidade e qualidade compatíveis com o conceito de segurança alimentar, conforme definido pela Lei 11.346 de 2006 (BRASIL, 2006).

3 Projeto “Transição Agroecológica da Agricultura Familiar na Região de Campinas (SP): a práxis do Ensino, Pesquisa e Extensão na Rede de Agroecologia da Unicamp”, realizado com apoio do Edital MDA/CNPq no 39/2014 - Processo CNPq 472894/2014-15 e coordenado por Julieta Teresa Aier de Oliveira (OLIVEIRA Coord., 2017).

4 “Formação de Multiplicadores para a Transição Agroecológica”, 2016 - Projeto do item 4.

4 I IMPORTÂNCIA DA PARTICIPAÇÃO DAS MULHERES

A participação das mulheres foi sempre muito significativa, desde o início na década de 1980 nas primeiras reuniões de organização de luta pela terra.

Segundo Valenciano (2002), o processo de luta pela terra desde a década dos anos 80 é produto da organização e mobilização dos trabalhadores rurais sem terra. E nestes grupos as mulheres têm papel muito importante, inclusive na articulação da organização em nível estadual de nome OMAQUESP (Organização de Mulheres Assentadas e Quilombolas do Estado de São Paulo), que surgiu no ano 2000, com representantes em vários assentamentos.

Segundo Castro (2009), existem no Brasil inúmeros movimentos feministas, organizações de mulheres urbanas e rurais de diferentes movimentos sociais. Vale lembrar a força e reivindicação das mulheres do Oito de Março, “Dia Internacional da Mulher; a articulação de atos nacionais como a “Marcha das Margaridas⁵”; a Marcha Mundial das Mulheres; o Movimento das Mulheres Camponesas, dentre outros, cada qual com sua seriedade e interseccionalidade⁶, ser mulher e ser jovem.

Com a participação das mulheres surge em 1985, o Grupo Mulheres da Terra, como alternativa de poder, elas se articularam para contribuir com a organização do assentamento e para suprir suas necessidades econômicas.

“As próprias mulheres começaram a ver as dificuldades nos assentamentos e começaram a se reunir. Sempre que uma liderança desses grupos vinha, corríamos atrás, indo até as prefeituras etc. A partir de então começaram a realizar os encontros de mulheres, onde se encontravam com mulheres de outros assentamentos e todas começaram a perceber que os problemas enfrentados eram quase sempre os mesmos. Então surgiu a ideia e a vontade de se organizar no nível de Estado “. (VALENCIANO, 2002, p.02).

E conquistaram o primeiro PSF (Programa da Saúde da Família), para o Assentamento de Sumaré e bairros vizinhos.

Devemos também destacar, que as mulheres se articulam e buscam obter várias informações e conhecimentos em muitos aspectos. Dentre eles, os de buscar uma política de fortalecimento nas organizações locais e o resgate da autoestima das famílias da agricultura familiar. Preocupam-se também com o aumento de renda no setor rural, para assegurar a permeância do jovem no campo, pois a agricultura familiar é o que mais ocupa mão de obra no meio rural e seus filhos estão sendo atraídos pelas cidades.

5 É um ato político que acontece anualmente do qual participam mulheres de diferentes organizações rurais, que acontece em Brasília e consistem em uma longa passeata que arregimenta milhares de mulheres trabalhadoras rurais para a apresentar ao governo federal suas reivindicações.

6 Uma proposta de trabalho com várias categorias é oferecer ferramentas analíticas para apreender a articulação de múltiplas diferenças e de desigualdades, interseção ou a ela relativo; que faz uma interseção de vários assuntos ou ideias.

Em relação aos processos produtivos há no Assentamento II uma agricultora que adota o sistema de produção com base nos princípios da Agroecologia, que seria: preservar os recursos naturais e assegurar a oferta de alimentos de melhor qualidade. Levando em conta, não só o valor maior dos produtos orgânicos, mas também por serem mais saudáveis e oferecerem melhor qualidade de vida à população. Verificando este aspecto, essa mulher preocupa-se com a saúde dos filhos, neto e demais pessoas e cria galinhas e frangos mais saudáveis e felizes, soltos na agrofloresta.

“Viabilizando a criação da galinha caipira, tornando-a uma ave competitiva, inserindo-a no mercado de produtos agroecologicamente corretos, uma vez que pode ser criada com o uso racional dos recursos naturais renováveis, inclusive com agregação de valor à produção agrícola, agroindustrial e extrativista, já que pode ser perfeitamente integrada com as mais variadas atividades” (EMBRAPA, 2007).

A galinha caipira, por meio da qualidade dos seus produtos se tornou um dos pratos mais apreciados no Brasil (EMBRAPA, 2007). Ela é criada na quase totalidade em núcleos agrícolas familiares, alimentando famílias e gerando renda. Além disso, a criação de galinhas caipiras é uma atividade cujo mercado é muito propício, pois a oferta desse produto é menor do que a demanda (EMBRAPA, 2009).

Outro aspecto positivo é o fato de sua comercialização poder ser efetuada de modo direto produtor-consumidor, tornando compensadores e bastante atrativo os preços para o produtor. Pensando dessa maneira a agricultora do Assentamento iniciou, em seu quintal, a criação de galinhas para consumo da carne e dos ovos e para a comercialização.

Segundo Amorozo (2008), há a necessidade de estudos e pesquisas sobre os quintais, entendidos como espaços de conservação e manutenção de saberes tradicionais que se perpetuam. Neste sentido, uma das maneiras do agricultor ter bom sustento da produção realizada em seu quintal é procurar realizá-la com práticas sustentáveis, como por exemplo, sob enfoque agroecológico, a qual deve iniciar através da realidade vivida pelas assentadas.

De acordo com Araújo e Amorozo (2012),

“Tais assentamentos rurais, atualmente, constituem um grande desafio para o estabelecimento de sistemas agrícolas sustentáveis, do ponto de vista socioeconômico e ambiental, como os de orientação agroecológica. Um dos pontos centrais para a sustentabilidade é a autonomia dos agricultores. A agrobiodiversidade, mantida localmente, é de grande interesse neste sentido, porém trabalhos que avaliem agrobiodiversidade em assentamentos rurais são praticamente inexistentes” (ARAÚJO E AMOROZO (2012, p.02).

Segundo Borsatto e Carmo (2012), a agroecologia emerge em um contexto

de crise socioambiental cujas consequências têm afetado a sustentabilidade do planeta.

As mulheres do Assentamento Sumaré II, buscam dar continuidade nos processos de aprendizagem, pondo em prática os ensinamentos que adquirem.

5 I PERCEÇÃO DA AGRICULTORA: PRÁTICA E DIVERSIDADES

São poucos os agricultores que cultivam a base da agricultura orgânica e agroecológica. Existe uma agricultora agroecológica há mais de 20 anos no Assentamento, sendo uma agente de mudança local em agroecologia.

Segundo Knabben (2017), agroecologia lida com a percepção de todos os componentes da vida, modo de produzir que equilibra e harmoniza a vida. E esta agricultora, incentiva outras agricultoras a participarem de experiências locais, visitar outras localidades, ambientes que também fazem agroecologia e a participarem de cursos que ensinam a ter um olhar diferenciado e diversificado para o mundo rural.

Agricultora impulsiona, pois acredita que todas as mulheres e suas famílias poderão ter uma vida melhor praticando e manejando uma agricultura mais saudável e alcance melhora a qualidade de vida. Ela cria galinhas caipiras com enfoque agroecológico, que ficam soltas na floresta (SAF, implantado em 2006), as aves são muito saudáveis e felizes, recebem alimentos todos os dias, e ainda aproveitam as frutas diversas do local. E a agricultora ainda utiliza o esterco das aves, fazendo compostos para a produção de frutas, plantio no geral.

A agricultora, agroecológica participou das reuniões do movimento da luta pela terra na década de 1980, juntamente com os pais e tio materno. Nesta época, os movimentos sociais em torno da Reforma Agrária tomam força ao mesmo tempo em que surgem conflitos importantes no País em torno de terras ocupadas irregularmente. Em 1985, o Governo Federal elaborou um plano previsto no Estatuto da Terra, o PNRA (Plano Nacional de Reforma Agrária).

Segundo Bergamasco e Norder (2003, p. 45):

“A reforma agrária tornou-se um tema obrigatório para todos os candidatos da campanha presidencial em 1994. Sendo eleito presidente, Fernando Henrique Cardoso, que em seu governo não poderia deixar de tratar do problema agrário, sendo a reforma agrária um dos pontos mais problemáticos da agenda política do governo, diante da sociedade civil e do MST”.

Reforma agrária tem sido uma das possibilidades para a redução nos índices de pobreza, tanto rural quanto urbana, segundo Bergamasco e Norder (2003). Assim a assentada, filha de agricultores, o pai lavrador da terra e cultivador de café, feijão, milho, abóbora e diversos alimentos saudáveis, transmitindo a ela, às irmãs e irmão o amor pela natureza, pelas plantas, pessoas, animais, etc. tudo junto e misturado;

fazendo, fazendo e fazendo cultivos, sempre.

A agricultora em sua ampla vivência está no contato com a natureza, realizando aquilo que muito ama: cultivar, trocar conhecimentos, alimentos e afeições. Para ela agroecologia não é uma forma alternativa de desenvolvimento rural, perpassa é algo transcendental, forma energética de bem viver, desenvolve métodos sustentável, utilizando e reutilizando matérias primas do local, como por exemplo, compostagem, biofertilizante, reutilizando as podas das árvores, os brotos de bananas para cobrir o solo e para as galinhas comerem como prevenção á saúde das aves como vermífugos; uso das plantas medicinais também para esta finalidade.

Com o passar do tempo o processo de mudanças no mundo rural tende a gerar novas práticas sociais e culturais onde se verifica a assimilação de valores ambientais, e pode ser observado o aumenta e interesse cada vez mais na busca por conhecimento de medicina alternativa e fitoterapia, como também o crescimento do turismo rural no assentamento. Essas práticas estão muitas vezes associadas a ações de educação ambiental, tanto na sua difusão como na valorização da paisagem socioambiental no campo.

O lote da agricultora foi visitado em 2015 por Romeu⁷, que relatou ter gostado e impressionado com o manejo da criação, parabenizou a agricultora e seu companheiro, pelo excelente trabalho que realizam no local que vivem as galinhas, a floresta (SAF), a raça das galinhas, o **índio** e o frango gigante. Foi considerado muito positivo pelo sistema agroecológico a criação das galinhas.

Assim a agricultora desenvolve a agroecologia com diálogo e reflexão junto à natureza. Seus saberes agroecológicos permitem transmitir ao coletivo a valorização dos saberes individuais, aplicar métodos ressignificando os sentidos de existência no mundo, a importância das relações como também a multiplicação e forma de apropriar se do ambiente, seus recursos com sabedoria e troca. Havendo no local o equilíbrio a dinâmica de conservar, preservar os recursos existentes, que são o solo, ar, água. Embora tenha uma individualidade no processo das diversas atividades desenvolvidas, a agricultora procura transmitir seus saberes, realiza trabalhos voluntários diversos. Faz artesanatos com fibras de bananeiras, biojoias com sementes; coleta, separa e participa de trocas de sementes em vários eventos. Cultiva plantas medicinais, manipula em produtos de beleza como shampoos, sabonetes, pomada etc.; realiza o processamento artesanal de frutas: licores, geleias; de colorau, açafraão, dentre outros. Assim desenvolve múltiplas atividades e ainda se preocupa com as questões sociais da comunidade, das ambientais; articula e promove formações, cursos para o aprimoramento e interesse da comunidade.

⁷ Romeu M. Leitte veterinário, residente e representante da Vila Yamaguishi, primeira sede da Sociedade de Yamaguishismo em terras brasileiras, localizada no município de Jaguariúna, estado de São Paulo e Associação de produtores orgânicos certificados (verduras, legumes ovos, etc.), atuando no mercado de abastecimento orgânico do País.

Com isso e outras atividades realizadas, a agricultora para favorecer mais agricultores interessados, obteve o certificado de produtora orgânica com SPG (Sistema Participativo de Garantia) e ANC (Associação Natural de Campinas), como forma de organização, logo, pois não se tem um certificado de agroecologia. Já que ela não utiliza nenhum tipo de produto orgânico no cultivo, somente o manuseio pelas próprias plantas e o local adequado.

Deste modo, demonstra que o verdadeiro amor está no que fazer para levar benefícios à família toda e aos que se favorecerão desse modo de agricultura, a agroecologia. E isso é ter qualidade de vida, fartura, estabelece a inclusão da família, criando referências e construindo identidades.

Agroecologia e bem viver é uma prática que perpassa pelo sentimento de amor que as mulheres verbalizam sempre e tentam de alguma maneira transmitir o que realmente sentem por estar no meio rural apropriando-se da terra prometida, com gratidão e amor. No Assentamento há fartura realmente, e as mulheres tem autonomia e podem tomar decisão junto com a família, planejando e decidindo quais alimentos quer plantar, para comer e obter renda, como assinala Neves (2005) sobre a distribuição mais homogênea da renda, contribuindo para a soberania alimentar, na maioria das culturas.

Deste modo agroecologia foi definido pela agricultora como modo de conservar os recursos naturais: cuidar da água, das nascentes, que é tão preciosa; doar o que plantam e colhem para não perder; princípios de repartir com o outro a função que já exerceu, o trabalho que desenvolveu.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vale ressaltar que o Assentamento Sumaré II, faz parte da história do Brasil, como Assentamento modelo de uma maneira simples e objetiva, demonstra que realiza seriamente a agricultura familiar, produzem alimentos com envolvimento da família, auxiliado na permanência das práticas agrícolas pelo pequeno e assentado agricultor familiar, com o processo em conjunto de planejar o que plantar, como plantar, onde vender e na implicação de todas as atividades desenvolvidas no lote.

A importância da visibilidade que se dá ao agricultor familiar, ser reconhecidos nas ações, divulgações de suas atividades e localidades, como este trabalho, por exemplo, e com isso não ficam somente na lembrança de que um dia vieram da roça e possam transmitir este conhecimento aos seus descendentes.

Houve também a comprovação da significativa valorização das mulheres como protagonistas do desenvolvimento nas diversas atividades no Assentamento. Com a prática da agroecologia a mulher passa a ter cada vez mais visibilidade, pois ela realiza, preserva e conserva a natureza, tem o cuidado com o outro, possibilita

a qualidade de vida, a biodiversidade, da harmonização do homem com a terra, do resgate dos valores tradicionais, com um enfoque holístico no manejo da agricultura, como tantas outras ações que realizam o tempo todo.

Conclui-se para este trabalho que agroecologia proporciona o despertar do acúmulo de experiências que as agricultoras possuem, o saber tradicional, o conhecimento que adquiriu dos avós, pais, etc. no espaço que vive e permite a produção social, considerando cada um e uma como parte dela, do sistema. É a alteração do equilíbrio desse sistema respeitando a natureza. O saber das agricultoras é um conhecimento de senso comum, empírico. Podendo dizer ainda que, agroecologia é processo histórico, atividades mais interligadas em questões com o meio ambiente, mesmo com algumas restrições, mas uma relação respeitosa, em suma interação com a natureza. Uma energia agroecológica que envolve a cada um que visitar e sentir o ambiente de uma maneira mais perceptiva.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. **Bases para a formulação da política brasileira de desenvolvimento rural; agricultura familiar e desenvolvimento territorial.** Relatório de Pesquisa, 1998.

ALBUQUERQUE, N. I. de; FREITAS, C.M.K.H. de; SAWAKI, H.; QUANZ, D. **Manual sobre criação de galinha caipira na agricultura familiar: noções básicas.** Belém: Embrapa-CPATU, nov. 1998. 28p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 114). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/fonteshtml/ave/sistemaalternativocriacaogalinhacaipira/alimentacao.htm> Acesso em: 27/09/2014. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ave/SistemaAlternativoCriacaoGalinhaCaipira/autores.htm>, Acesso em: 27/09/2014. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/AgriculturaFamiliar/RegiaoMeioNorteBrasil/GalinhaCaipira/manejoprodutivo.htm> Acesso em: 10/01/2015.

ALTIERI, Miguel. **Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable.** Montevideu: Nordan–Comunidad, 1999.

_____. **A agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável.** 4ª ed. Porto Alegre: editora da UFRG, 2004.

AMOROZO, M. C. M. **Os quintais – funções, importância e futuro.** In: Guarim Neto, G.; Carniello, M. A. (Org.), *Quintais mato-grossenses – espaços de conservação e reprodução de saberes.* Cáceres: UNEMAT Editora, 2008, p. 15-26.

ARAÚJO, C. R.; AMOROZO, M. C. M. **Manutenção da diversidade agrícola em assentamentos rurais: um estudo de caso em Moji-Mirim – SP, Brasil.** Rio Claro, SP Revista Biotemas, p. 265-280, 2012.

BRASIL, Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. **Estabelece as diretrizes para formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais.** Diário Oficial da União, Brasília, 25 jul. 2006.

BERGAMASCO, S. M. P. P.; NORDER, L. A. C. **A alternativa dos assentamentos rurais: organização social, trabalho e política.** São Paulo. Terceira Margem, 2003.

BORSATTO, R. S.; CARMO, M. S. do. **La Agroecología y su Epistemología.** Interciencia (Caracas), v. 37, p. 711-716, 2012.

CALDART, R. S.; PEREIRA, I. B.; ALENTEJANO P.; FRIGOTTO, G. (org.). **Dicionário da Educação do Campo – Agricultura Familiar.** Rio de Janeiro, São Paulo: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Expressão Popular, 2012. 788 p.

KAGEYAMA, A. A. **Desenvolvimento Rural. Conceitos e aplicação ao caso brasileiro.** UFRGS Editora, Rio Grande do Sul, 2008, 376 p.

KNABBEN, V. M. **Ana Maria Primavesi: histórias de vida e agroecologia.** 2ª ed. São Paulo: Expressão popular, 2017.

LEFF, E. **Agroecologia e Saber Ambiental.** Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 36-51, jan. /Mar. 2002.

NEVES, D. P. **Agricultura familiar.** In: Motta, M. (org.). Dicionário da terra. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2005, p. 23-26.

OLIVEIRA, J. T. A. (Coord.) **Transição agroecológica da agricultura familiar na região de Campinas (SP): a práxis do ensino, pesquisa e extensão na Rede de Agroecologia da Unicamp.** Relatório de Pesquisa. Rede de Agroecologia da Unicamp. Campinas: Unicamp, 2017, 174p.

SILIPRAND, E. **Mulheres e agroecologia: transformando o campo, as florestas e as pessoas.** Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2015.

SILVA, L. C. **Agroecologia, reforma agrária, agricultura familiar e educação do campo na percepção de mulheres do Assentamento Sumaré II.** Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015, 76p. (TCC de Especialização em Agroecologia e Educação do Campo na Agricultura Familiar e Camponesa – Residência Agrária).

WANDERLEY, M. N. B. **A agricultura familiar no Brasil: um espaço em construção.** Revista da Associação Brasileira de Reforma Agraria. São Paulo: v.25, n.2 e 3, maio/dezembro, 1995.

CAPÍTULO 2

Metarhizium anisopliae: POTENCIAL DE USO NO BRASIL, MERCADO E PERSPECTIVAS

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 28/08/2020

Mizael Cardoso da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – PA
<http://lattes.cnpq.br/0868711895822283>

Diego Lemos Alves

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – PA
<http://lattes.cnpq.br/420254283047856>

Lucas Faro Bastos

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – PA
<http://lattes.cnpq.br/0953596841200776>

Alessandra Jackeline Guedes de Moraes

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – PA
<http://lattes.cnpq.br/1929662872746023>

Alice de Paula de Sousa Cavalcante

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – PA
<http://lattes.cnpq.br/6975802869007506>

Ana Paula Magno do Amaral

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – PA
<http://lattes.cnpq.br/3031266027733142>

Fernanda Valente Penner

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – PA
<http://lattes.cnpq.br/9068170257486715>

Gisele Barata da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – PA
<http://lattes.cnpq.br/7941075213053812>

Gledson Luiz Salgado de Castro

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – PA
<http://lattes.cnpq.br/7980739792448566>

Gleiciane Rodrigues dos Santos

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – PA
<http://lattes.cnpq.br/4808482618610598>

Josiane Pacheco Alfaia

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – PA
<http://lattes.cnpq.br/5286442594691074>

Telma Fátima Vieira Batista

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – PA
<http://lattes.cnpq.br/8251281115341075>

RESUMO: O fungo *Metarhizium anisopliae* é um importante agente entomopatogênico utilizado no controle de pragas, como cupins, gafanhotos, cigarrinhas e besouros, sendo amplamente estudado em todo o mundo. Este fungo ao atacar os insetos provoca rigidez e os recobre por uma camada pulverulenta de conídios, resultando em colorações que variam do verde claro ao escuro, cinza ou branco com pontos verdes. Nessa perspectiva, o objetivo desse trabalho foi reunir informações acerca do potencial de uso no Brasil, o mercado de bioinseticidas

contendo *M. anisopliae* e as perspectivas de uso. *M. anisopliae* var. *anisopliae* assume grande importância, por ter sido empregado no primeiro projeto de sucesso no controle biológico, com aplicação no campo, para o controle da cigarrinha da cana-de-açúcar *Mahanarva posticata*, sendo um dos programas mais bem-sucedidos no mundo. A comercialização de fungos entomopatogênicos no Brasil, em sua maioria, são formulados em grânulos, compostos do fungo mais o substrato (arroz + fungo), como também na forma de pó molhável (WP), resultado da moagem do fungo com o substrato. O emprego desses fungos na agricultura é crescente, principalmente em virtude da expansão da agricultura orgânica e aumento da demanda por alimentos isentos de resíduos de agrotóxicos. O uso de *M. anisopliae* tem apresentado resultados que comprovam a sua eficácia como inseticida biológico, além de atender a demanda crescente por uma agricultura de baixo impacto.

PALAVRAS-CHAVE: Controle biológico, fungos entomopatogênicos, inseticida biológico.

Metarhizium anisopliae: POTENTIAL FOR USE IN BRAZIL, THE MARKET AND PERSPECTIVES

ABSTRACT: The fungus *Metarhizium anisopliae* is an important entomopathogenic agent used in the control of pests, such as termites, grasshoppers, leafhoppers and beetles, being widely studied worldwide. This fungus, when attacking insects, causes rigidity and covers them with a powdery layer of conidia, resulting in colorings that vary from light to dark green, gray or white with green dots. In this perspective, the objective of this work was to gather information about the potential for use in Brazil, the market for bioinsecticides containing *M. anisopliae* and the prospects for use. *M. anisopliae* var. *anisopliae* is of great importance, as it was used in the first successful project in biological control, with application in the field, for the control of the sugar cane leafhopper *Mahanarva posticata*, being one of the most successful programs in the world. The commercialization of entomopathogenic fungi in Brazil, in their majority, are formulated in granules, composed of the fungus plus the substrate (rice + fungus), as well as in the form of wettable powder (WP), the result of milling the fungus with the substrate. The use of these fungi in agriculture is increasing, mainly due to the expansion of organic agriculture and the increased demand for food free from pesticide residues. The use of *M. anisopliae* has shown results that prove its effectiveness as a biological insecticide, in addition to meeting the growing demand for low-impact agriculture.

KEYWORDS: Biological control, entomopathogenic fungi, biological insecticide.

1 | INTRODUÇÃO

O fungo *Metarhizium anisopliae* é um importante agente entomopatogênico utilizado no controle de pragas, como cupins, gafanhotos, cigarrinhas e besouros, sendo amplamente estudado em todo o mundo. Existe amplamente na natureza e é facilmente encontrado no solo, onde sobrevive por longos períodos e seu

desenvolvimento se dá geralmente entre 15 e 32 °C, sendo ideal entre 24 e 30 °C e com pH ótimo igual a 6,9 (ALVES, 1998; DRIVER; MILNER e TRUEMAN, 2000; ARRUDA, 2005). *M. anisopliae* é um fungo filamentosso entomopatogênico e acaricida, causador da doença muscardine verde (DRIVER; MILNER e TRUEMAN, 2000; LIU et al., 2001).

Foi primeiramente isolado pelo microbiologista russo Mechnikov, em 1879, de uma praga de cereais, o besouro *Anisoplia austríaca* (ZIMMERMANN, 1993). Em 1883, Sorokin o classificou como *M. anisopliae* e desde então a utilização e ação deste patógeno vêm sendo estudada sobre muitas espécies de insetos. Atualmente, é utilizado para controle de pragas em muitos países como EUA, Brasil e Austrália (MACEDO, 2005). Apresenta ampla distribuição, sendo observado desde regiões tropicais a temperadas, podendo ser isolado no solo, na rizosfera de plantas, como saprófitas em cadáveres de artrópodes ou parasitando insetos e carrapatos (BISCHOFF; REHNER e HUMBER, 2009). É um microrganismo pouco exigente, pois pode se desenvolver em diversos meios de cultura como: amido, glicose, glicerina, levulose, maltose, sacarose e quitina (JABOR et al., 2003).

Apresenta micélio hialino e septado, com conidióforos característicos, sobre os quais surgem conídios cilíndricos organizados em colunas. Este fungo ao atacar os insetos provoca rigidez e os recobre por uma camada pulverulenta de conídios, resultando em colorações que variam do verde claro ao escuro, cinza ou branco com pontos verdes (ALVES, 1998; DRIVER; MILNER e TRUEMAN, 2000; ARRUDA, 2005). *M. anisopliae* é um importante agente no controle biológico de pragas, tendo sua ação bastante estudada (SHAH e PELL, 2003). Este fungo infecta mais de 300 espécies de insetos, incluindo pragas importantes tanto para agricultura como para pecuária (ALVES, 1998).

O processo de infecção de *M. anisopliae* sobre hospedeiros artrópodes inicia-se com a deposição do conídio sobre o tegumento do hospedeiro, seguido por germinação, penetração, colonização, exteriorização das estruturas do fungo e produção de esporos (BEYS DA SILVA et al., 2013). Após o rompimento da cutícula, que representa a primeira barreira de defesa, para que a infecção se instale, o fungo deve superar a resposta celular e humoral do sistema imune inato do hospedeiro. Os fungos apresentam duas estratégias principais de defesa: a diferenciação em células que não são reconhecidas pelo sistema imune e a produção de substâncias imunomoduladoras que suprimem o sistema de defesa do hospedeiro (SCHRANK e VAINSTEIN, 2010).

A germinação de conídios sobre a epicutícula, bem como a penetração através desta, ocorrem rapidamente. O fungo coloniza massivamente os tecidos internos do hospedeiro provocando sua morte em poucos dias. Intenso crescimento micelial e alta produção de conídios sobre o cadáver das fêmeas completam o ciclo

de desenvolvimento do fungo (GARCIA; MONTEIRO e SZABÓ, 2004). O fungo germina sobre o hospedeiro formando o tubo germinativo no qual, posteriormente, observa-se a dilatação das hifas da extremidade distal, caracterizando a estrutura conhecida como apressório, especializada em penetração. A partir do apressório desenvolve-se a estrutura denominada grampo de penetração, dando início a etapa de penetração à cutícula do artrópode. A etapa de penetração envolve mecanismos físicos e químicos (SOUZA, 2007).

A colonização e estabelecimento de uma simbiose eficiente depende da adesão do fungo à superfície da planta. Um exemplo dessa necessidade de se aderir a superfície do vegetal pode ser a dupla funcionalidade (patogênese de insetos e colonização de raízes de plantas) dos fungos *Metarhizium* sugere que eles infectam insetos na intenção de adquirir nitrogênio e transferir para as plantas que estão hospedadas (BEHIE e BIDOCCA, 2014).

Após a morte do hospedeiro, as hifas invadem órgãos internos e, com o esgotamento de nutrientes, se estendem para fora do tegumento. Sob condições ambientais apropriadas, ocorre a produção de esporos de coloração verde oliva que poderão ser disseminados pelo vento para infectar outros indivíduos (ALVES, 1998). Os esporos de *Metarhizium* spp. tendem a ser dispersos passivamente, através de correntes de ar, embora a transmissão também possa ocorrer quando insetos suscetíveis entrem em contato com indivíduos infectados, ou os conídios podem ser distribuídos nos corpos de outros artrópodes (VEJA e KAYA, 2009).

Diante disso, a necessidade de avanços em pesquisas e maior conscientização frente aos problemas advindos com o uso intensivo de inseticidas no Brasil e o elevado custo desses defensivos agrícolas o uso de fungos entomopatogênicos como *M. anisopliae* assume papel cada vez mais importante no Manejo Integrado de Pragas. Nessa perspectiva, o objetivo desse trabalho foi reunir informações acerca do potencial de uso no Brasil, o mercado de bioinseticidas contendo *M. anisopliae* e as perspectivas de uso.

2 | POTENCIAL DE USO NO BRASIL

Os fungos que controlam os insetos são os agentes entomopatogênicos mais eficientes e empregados no Brasil (GUARANÁ, 2007). *M. anisopliae* var. *anisopliae* assume grande importância, por ter sido empregado no primeiro projeto de sucesso no controle biológico, com aplicação no campo, para o controle da cigarrinha da cana-de-açúcar *Mahanarva posticata*, sendo um dos programas mais bem-sucedidos no mundo (FARIA e MAGALHÃES, 2001). É comum a ocorrência natural do fungo *M. anisopliae* atacando cigarrinha-das-raízes de canaviais pelo país, o que incentiva a utilização dele como agente de controle biológico em áreas infestadas por esse

tipo de praga. A aplicação de recursos no uso de programa de manejo integrado da cigarrinha tem sido reforçada por razões ambientais e econômicas (DINARDO-MIRANDA et al., 2001). O uso de *M. anisopliae* obteve resultados tão relevantes, que 10 anos após o primeiro caso de sucesso, já haviam 10 programas de controle biológico no Brasil, elevando o país ao posto de líder mundial na área (DIAS et al., 1994).

M. anisopliae é o agente de controle biológico mais importante nas condições climáticas brasileiras, devido à variabilidade genética que resulta no surgimento de muitas linhagens com diferentes níveis de virulência, especificidade, produção de conídios, resistência à ultravioleta e patogenicidade a vários insetos (ALVES, 1998). Têm sido bastante utilizado para o controle de diferentes pragas no Brasil, como a broca da bananeira, pragas de grãos armazenados, carrapatos, cupim de montículo em pastagens, larvas de escarabeídeos que atacam a cana de açúcar e cigarrinha da cana-de-açúcar (GARCIA et al., 2005).

A patogenicidade de *M. anisopliae* sobre teleóginas de carrapatos *Boophilus microplus*, obteve mortalidade superior a 90%, e demonstrou a potencialidade desses fungos para o controle biológico desse carrapato (ATHAYDE et al. 2001). A eficiência da viabilidade e da formulação de conídios de *M. anisopliae* testadas sobre ninfas de *Bermisia tabaci* e de *Tetranychus cinnabarinus*, com vista ao controle biológico destas moscas, tiveram níveis significativamente mais altos de mortalidade quando foi comparado com os conídios na forma de emulsão e de conídios secos, no tratamento controle, mostrando grande potencial para administração e sugere haver aumentado sua atividade quando aplicado na emulsão de óleo de coco e soja (BATTA, 2003).

O controle biológico da traça das crucíferas *Plutella xylostella*, que causa grande prejuízo as brássicas, no Brasil o repolho é o mais susceptível a essa praga, indicaram que o potencial de *M. anisopliae* no manejo integrado desse inseto (SILVA et al., 2003). A ação da patogenicidade de *M. anisopliae* var. *anisopliae* sobre soldados e operários do cupim *Nasutitermes coxipoiensis*, em laboratório indicaram a potencialidade de *M. anisopliae* var. *anisopliae* no controle biológico dessa espécie de cupim (ALBUQUERQUE et al., 2005). *M. anisopliae* causou 100% de mortalidade no 7º dia após a inoculação em *Aphis gossypii* e *Myzus persicae*; *M. anisopliae* foi considerado o fungo mais virulento, mesmo nas baixas concentrações testadas, confirmando sua plasticidade no que se refere as possibilidades de controle sobre espécies da Ordem Hemiptera (LOUREIRO e MOINO Jr, 2006).

Entretanto, apesar do potencial a principal limitação ao seu uso diz respeito à inconsistência de resultados do fungo a campo. Nem sempre o isolado encontrado naturalmente na área ou disponível comercialmente é o mais indicado para a aplicação massal, como, também não devem ser utilizados indiscriminadamente.

Outro problema encontrado é a falta de informações que avaliem o uso de *M. anisopliae* em diferentes condições de campo (TEIXEIRA, 2010).

3 | MERCADO

O uso indiscriminado de agrotóxicos tem provocado prejuízo à agricultura, ao longo dos anos e o controle biológico tem sido empregado como uma alternativa para esse problema (ALVES, 1998; AZEVEDO e WOLFF, 2000). O controle biológico de pragas com microrganismos pode ser utilizado com eficácia no manejo integrado como medida para reduzir o uso exacerbado de inseticidas no campo a fim de se obter um agroecossistema ambientalmente equilibrado, produtos livres de resíduos químicos e minimizar a seleção de pragas e doenças resistentes (PARRA, 2014).

Aspectos como o alto custo e a atual dificuldade de se encontrar moléculas para desenvolvimento de inseticidas; exigências do mercado de exportação por produtos livres de resíduos e outras demandas fitossanitárias, estimulam ainda mais o mercado na busca de alternativas sustentáveis e ecologicamente viáveis (MACHADO et al., 2013; PARRA, 2014). Outro fator relevante para o aumento das pesquisas e do mercado dos bioinseticidas é o impacto da nova legislação Europeia, que restringe o uso de inseticidas químicos, principalmente os que contêm desreguladores endócrinos (LACEY et al., 2015).

Atualmente, surgem cada vez mais produtos formulados a partir dos conídios de *M. anisopliae* para o manejo orgânico de pragas em diferentes países, inclusive no Brasil. A regulamentação de biopesticidas deve respeitar normas, registros e regulamentações do país. Aspectos relacionados à segurança ambiental e ao manejo pelo usuário, além de possíveis implicações na saúde humana destacam-se entre as normas e exigências para aplicação e comercialização legal destes agentes biocontroladores. Nos últimos anos, entre os 171 biopesticidas desenvolvidos para o controle de ácaros e insetos 35,7% destes continham *M. anisopliae* em sua formulação (FARIA e WRAIGHT, 2007).

Na formulação de bioinseticidas, última fase de processamento dos fungos, o princípio é associar produtos técnicos (adjuvantes, surfactantes, óleos vegetais e minerais, fotoprotetores e materiais inertes) aos propágulos, a fim de se obter produtos que forneçam proteção quando estes fungos são expostos aos ambientes especialmente em condições adversas mantendo sua sobrevivência. Estes produtos também favorecem o molhamento e espalhamento do fungo no ambiente, contribuindo para maior eficácia do bioinseticida além da estabilidade dos propágulos fúngicos durante o armazenamento (REDDY et al., 2008; MASCARIN et al., 2014).

O desenvolvimento de formulações contendo micopesticidas teve início em 1888, na Rússia, quando *M. anisopliae* foi produzido em massa e pulverizado em

campo para controle do besouro da beterraba, *Cleonus punctiventris*. A partir de então, teve-se início a pesquisa e desenvolvimento de formulações contendo fungos entomopatogênicos (FARIA e WRAIGHT, 2007). No entanto, apenas cerca de 1 a 2% dos pesticidas vendidos mundialmente são produtos contendo micro-organismos (LACEY et al., 2015).

A comercialização de fungos entomopatogênicos no Brasil, em sua maioria, são formulados em grânulos, compostas do fungo mais o substrato (arroz + fungo), como também na forma de pó molhável (WP), resultado da moagem do fungo com o substrato. Esses produtos representam 90% e 8,5%, respectivamente, da produção de fungos no Brasil, e sendo suas concentrações finais ficam em torno de 5×10^8 conídios/g para *M. anisopliae* e 1×10^9 conídios/g para *Beauveria bassiana* (ALVES et al., 2008).

No Brasil, *M. anisopliae* é utilizado para o controle das cigarrinhas das pastagens e da cana-de-açúcar, sendo aplicado anualmente em mais de 60 mil hectares, podendo ser encontrado em quatro formas: em arroz inteiro, arroz triturado, em conídios puros e em formulação oleosa. Os conídios foram os propágulos fúngicos mais utilizados, estando presentes em 41,2% dos produtos (FARIA e WRAIGHT, 2007).

No entanto, o sucesso das formulações não depende apenas da linhagem, espécie e propágulo fúngico selecionado, mas também das condições limitantes as quais os fungos podem ser expostos, tais como radiação solar, temperatura e umidade (BEHLE; JACKSON e FLOR-WEILER, 2013). Esses fatores que podem afetar a velocidade de germinação, virulência e sobrevivência do fungo, e as condições de armazenamento podem levar a redução de sua viabilidade, dessa forma, as formulações tem se tornado a chave para resolução destes problemas, além de potencializarem o desempenho dos pesticidas biológicos (MUNIZ, 2015).

Suspensões aquosas de conídios, contendo apenas pequenas concentrações de tensoativos, como o polissorbato 80 (Tween 80®), para facilitar a dispersão dos conídios hidrofóbicos, foram as primeiras formulações a despertar o interesse de pesquisadores. Isso se deve ao fato da água ser um veículo atóxico e de fácil aplicação (POLAR et al., 2005).

Entretanto, o uso de óleos nas formulações, sejam de origem mineral ou vegetal, vem apresentando melhores resultados de infectividade do propágulo quando comparado às formulações aquosas. Tais óleos quando adicionados em meios aquosos formam emulsões que permitem sua fácil aplicação utilizando equipamentos usualmente empregados pelo produtor (ALVES et al., 2002; ALVES e BATEMAN, 2000). Estudo recente, utilizando a formulação de conídios de *M. anisopliae* em óleo, aplicada de forma aérea, demonstrou que o óleo pode promover proteção contra os produtos com atividade fungistática ou fungicida e também

reforça a virulência do fungo no hospedeiro *Diatraea saccharalis* (LOPES et al., 2011).

As formulações granulares apresentam vantagens quando comparadas às formulações aquosas, visto que garantem maior homogeneidade na aplicação. Além disso, o modo e os equipamentos de aplicação são os mesmos usados para a aplicação de alguns pesticidas químicos ou fertilizantes. Vale ainda ressaltar que as formas sólidas promovem a criação de numerosos focos repletos de conídios infectivos, garantindo que os artrópodes-pragas que entrem em contato com um ou poucos grânulos, se contaminem com uma dose letal de conídios (JARONSKI e JACKSON, 2008; JACKSON e JARONSKI, 2009). Outra formulação estudada utiliza gel polimerizado de celulose como veículo, no qual se pode incorporar a suspensão aquosa do propágulo fúngico (REIS; FERNANDES e BITTENCOURT, 2008; SOUZA et al., 2009).

Poucas são as publicações sobre adaptações das técnicas de produção massal existentes, que aperfeiçoe e interfira diretamente em uma das fases do ciclo em larga escala para reduzir mão de obra e tempo de produção. Aspectos como: condições físicas dos substratos; esterilização de substratos e materiais; custo-benefício de produtos e serviços; demanda de mão de obra; também devem ser priorizados considerando que a maior parte da produção de fungos ainda se faz a partir de métodos tradicionais sem automatização (MORANDI e BETTIOL, 2009).

Outro problema evidenciado com os inseticidas nacionais diz respeito à pequena sobrevida, devendo a ser usados em, no máximo, 30 dias depois de produzidos, quando armazenados à temperatura ambiente e em local sombreado, fazendo as vendas ocorrerem quase que, exclusivamente, sob encomenda. Comparativamente, os bons inseticidas sob comercialização em outros países apresentam maior concentração de ingrediente ativo, maior sobrevida (alguns produtos podem ser armazenados por mais de 8 meses à temperatura ambiente) e praticidade (são formulados na forma de GDA (grânulos dispersíveis em água) ou de óleos emulsionáveis, por exemplo, podendo ser adicionados diretamente ao tanque do pulverizador (FARIA e MAGALHÃES, 2001).

4 | PERSPECTIVAS

As cifras sobre o consumo de agrotóxicos no Brasil impressionam e, reconhecidamente, o uso intensivo de agrotóxicos sintéticos na agricultura causa diversos problemas, como a contaminação dos alimentos, do solo, da água e dos animais; a intoxicação de agricultores; a resistência de pragas a princípios ativos; a intensificação do surgimento de doenças iatrogênicas; o desequilíbrio biológico, alterando a ciclagem de nutrientes e da matéria orgânica; a eliminação de organismos

benéficos e a redução da biodiversidade. Esses dados preocupam os diversos segmentos da sociedade e têm levado à uma demanda crescente por alternativas que atendam às restrições ambientais e às exigências dos consumidores. O controle biológico, inserido no manejo integrado de pragas, é uma das opções viáveis para atender aos anseios da sociedade na busca constante por soluções sustentáveis (EMBRAPA, 2020).

O custo elevado dos inseticidas químicos contribui para o aumento da produção de bioinseticidas. Como as pragas se tornam resistentes à ação dos inseticidas químicos com o decorrer de aplicações prolongadas, pesquisas para o desenvolvimento de novos produtos biológicos se tornaram necessárias (ALMEIDA e BATISTA FILHO, 2001). Neste cenário, o controle biológico, tem despertado o interesse dos pesquisadores, pois se tem mostrado eficiente, econômico e duradouro, com ausência de resíduos tóxicos, inocuidade aos homens e aos animais, além de não apresentar efeitos negativos, como a perda da eficiência e a deterioração do meio ambiente, causado pelos produtos químicos utilizados no controle de populações em desequilíbrio e que terminam por comprometer os insetos que não são alvos (MAGALHÃES; GOETTEL e FRAZÃO, 2000).

O emprego desses fungos na agricultura é crescente, principalmente em virtude da expansão da agricultura orgânica e aumento da demanda por alimentos isentos de resíduos de agrotóxicos. Sendo assim, esses agentes de controle biológico são ferramentas importantes em programas de manejo integrado de pragas no atual cenário agrícola (MASCARIN e QUINTELA, 2013).

Frente ao cenário positivo, as pesquisas de controle biológico representam uma oportunidade para a inovação e competitividade na agricultura brasileira e atendem às perspectivas ambientais e ao uso sustentável dos serviços ambientais. Com esse mercado crescente, que deverá duplicar ou triplicar mundialmente nos próximos 10 anos, é provável que a demanda para aperfeiçoar os processos relacionados ao controle biológico também aumente, gerando oportunidades para a pesquisa e parcerias para a inovação nesse campo (EMBRAPA, 2020).

Diante disso, a qualidade dos micoinseticidas disponíveis no Brasil poderia ser incrementada de forma considerável quanto a sua formulação, ou seja, antes da venda, poderiam realizar melhorias no tratamento posterior, adição de substâncias que lhes assegurem melhorias na eficiência de controle, capacidade de armazenamento ou praticidade de manuseio, ou de qualquer outro critério que resulte em vantagem em relação ao produto bruto. A pouca praticidade em alguns casos, como exigência de lavagem, e em outros podendo causar o entupimento de bicos dos pulverizadores devido à elevada proporção de inertes, principalmente quando são empregados baixos volumes de aplicação (FARIA; MAGALHÃES, 2001).

5 | CONCLUSÃO

O uso de *M. anisopliae* tem apresentado resultados que comprovam a sua eficácia como inseticida biológico, além de atender a demanda crescente por uma agricultura de baixo impacto.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. C.; PEREIRA, K. C. A.; CUNHA, F. M.; VEIGA, A. F. S. L.; ATHAÍDE, A. C. R.; LUNA-ALVES LIMA, E. A. **Patogenicidade de *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* e *Metarhizium anisopliae* var. *acidum* sobre *Nasutitermes coxipoenses* (Holmgren) (Isoptera: Termitidae).** Neotropical Entomology, v.34, p.585-591, 2005.

ALMEIDA, J. E. M.; BATISTA FILHO, A. **Banco de microrganismos entomo patogênicos.** Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento, v.21, p.30- 33, 2001.

ALVES, S. B. **Controle microbiano de insetos.** Ed. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2a ed., Piracicaba, 1998.

ALVES, R. T.; BATEMAN, R. P. **Development of mycopesticides formulations and application techniques.** In International Congress of Entomology, 21; Brazilian Congress Entomology, 18., 2000, Foz de Iguassu. Abstracts. Londrina: Embrapa Soja, 2000.

ALVES, R. T.; BATEMAN, R. P.; GUNN, J.; PRIOR, C.; LEATHER, S. R. **Effects of different formulations on viability and medium-term storage of *Metarhizium anisopliae* conidia.** Neotropical Entomology, v. 31, n. 1, p. 91-99, 2002.

ALVES, S. B.; LEITE, L. G.; FILHO, A. B.; ALMEIDA, F. E. M.; MARQUES, E. J. **Produção massal de fungos entomopatogênicos na América Latina, In: ALVES, S. B.; LOPES, R. B. Controle microbiano de pragas na América Latina: avanços e desafios.** Piracicaba, FEALQ, 414p, 2008, v.14, p.215-237.

ARRUDA, W.; LUBECK, I.; SCHRANK, A.; VAINSTEIN, M. H. **Morphological alterations of *Metarhizium anisopliae* during penetration of *Boophilus microplus* ticks.** Exp. Appl. Acarol. 37, 231–244. 2005.

ATHAYDE, A. C. R.; FERREIRA, U. L.; LUNA-ALVES LIMA, E. A. **Fungos entomopatogênicos: uma alternativa para o controle de carrapato bovino *Boophilus microplus*.** Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento, v.21, p.12- 15, 2001.

AZEVEDO, J. L.; WOLFF, J. L. C. **A moderna biotecnologia como auxiliar no controle microbiano de pragas da agricultura.** In: AZEVEDO, J. L.; MELO, J. S. Controle Biológico. EMBRAPA, Jaguariúna. p.326-347, 2000.

BATTA, Y. A. **Production and testing of novel formulations of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin Deuteromycotina:Hyphomycetes).** Crop Protection, v.22, p.415-422, 2003.

BEHLE, R. W.; JACKSON, M. A. **Effect of fermentation media on the production, efficacy, and storage stability of *Metarhizium brunneum* microsclerotia formulated as a prototype granule.** *Biological and Microbial Control*, v. 107, n. 2, p. 582-590, 2014.

BEHIE, S. W.; BIDOCHKA, M. J. **Ubiquity of insect-derived nitrogen transfer to plants by endophytic insect-pathogenic fungi: an additional branch of the soil nitrogen cycle.** *Applied and environmental microbiology*, Washington, DC, v. 80, n. 5, p. 1.553-1.560, Mar. 2014.

BEYS-DA-SILVA, W.O.; SANTI, L.; BERGER, M.; GUIMARÃES, J. A.; SCHRANK, A.; VAINSTEIN, M. H. **Susceptibility of *Loxosceles* sp. to the arthropodpathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*: potential biocontrol of the brown spider.** *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 7, 59–61. (2013).

BISCHOFF, J. F.; REHNER, S. A.; HUMBER, R. A. **A multilocus phylogeny of the *Metarhizium anisopliae* lineage.** *Mycologia*, v. 101, n. 4, p. 512–530, 2009.

DIAS, J. M. P.; PIRES, C. S. S.; MAGALHÃES, B. P.; FONTES, E. M. G. **Distribuição regional, força de trabalho e atividades principais dos laboratórios que trabalham em controle biológico de insetos no Brasil.** *In. Control Biológico no el Cone Sur. Pelotas, EMBRAPA – CFACT*, p.111-137. 1994. 175p.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FERREIRA, J. M. G.; CARVALHO, P. A. M. **Influência da época de colheita e do genótipo de cana-de-açúcar sobre a infestação de *Mahanarva fimbriolata* (Stal) (Hemiptera: Cercopidae).** *Neotrop. Entomol.* v.30, n.1, p.145-149, 2001.

DRIVER, F; MILNER, RJ; TRUEMAN, WH. **A taxonomic revision of *Metarhizium* based on a phylogenetic analysis of rDNA sequence data.** *Mycological Research*, Vol. 104, p. 134-150, 2000.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Controle Biológico.** 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-controle-biologico/sobre-o-tema>. Acesso em: 18 de junho de 2020.

FARIA, M. R.; MAGALHÃES, B. P. **O uso de fungos entomopatogênicos no Brasil: situação atual e perspectivas.** *Biotecnologia, Ciências & Desenvolvimento.* v.22, p.18-21, 2001.

FARIA, M. R.; WRAIGHT, S. P. **Mycoinsecticides and mycoacaricides: a comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types.** *Biological Control.* 43: 237-256. 2007.

GARCIA, M. V.; MONTEIRO, A. C.; SZABÓ, M. P. J. **Colonização e lesão em fêmeas ingurgitadas do carrapato *Rhipicephalus sanguineus* causadas pelo fungo *Metarhizium anisopliae*.** *Cienc. Rural* vol.34 no.5 Santa Maria Sept./Oct. 2004.

GARCIA, M.V.; MONTEIRO, A.C.; SZABÓ, M.P.J.; PRETTE, N.; BECHARA, G.H. **Mechanism of infection and colonization of *Rhipicephalus sanguineus* eggs by *Metarhizium anisopliae* as revealed by scanning electron microscopy and histopathology.** *Brazilian Journal of Microbiology*, 36:4, p.368- 372, 2005.

GUARANÁ, C. F. R. **Ação patogênica de linhagens de *Metarhizium anisopliae* sobre *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae), e compatibilidade química a inseticidas.** Tese. Recife – PE, 2007.

JABOR, I. A. S.; PAMPHILE, J. A.; RODRIGUES, S. B.; MARQUES-SILVA, G. G.; ROCHA, C. L. M. S. **Análise do desenvolvimento do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* em resposta a fatores nutricionais.** Acta Scientiarum. Agronomy, Maringá, v.25, n.2, p.497-501, 2003.

JACKSON, M. A; JARONSKI, S. T. **Production of microsclerotia of the fungal entomopathogen *Metarhizium anisopliae* and their potential for use as a biocontrol agent for soil-inhabiting insects.** Mycological Research, v.113, n.8, p.842–850, 2009.

JARONSKI, S. T.; JACKSON, M. A. **Efficacy of *Metarhizium anisopliae* microsclerotial granules.** Biocontrol Science and Technology, v. 18, n. 8, p. 849-863, 2008.

LACEY, L. A.; GRZYWACZ, D.; SHAPIRO-ILAN, D. I.; FRUTOS, R.; BROWNBIDGE, M.; GOETTEL, M.S. **Insect pathogens as biological control agents: Back to the future.** Journal of Invertebrate Pathology, v. 132, p. 1–41, 2015.

LIU, Z.Y; LIANG, Z. Q; WHALLEY, A. J. S; YAO, Y. J.; LIU, A. Y. ***Cardyiceps brittle banksioides*, a new pathogen of grubs and its Anarmorph, *Metarhizium anisopliae* var. *majus*.** J. Invertebr. Pathol. Vol. 78: 178-182, 2001.

LOPES, R.B.; PAULI, G.; MASCARIN, G.M.; FARIA, M. **Protection of fungal conidia afforded by an oil-based formulation against non-compatible fungicides.** Biocontrol Science and Technology, 21: p.125–137, 2011.

LOUREIRO, E. S.; MOINO Jr., A.; **Patogenicidade de fungos hifomicetos aos pulgões *Aphis gossypii* (Glover) e *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae).** Neotropical Entomology, v.35, p.660-665, 2006.

MACEDO, M. **Seleção e caracterização de *Metarhizium anisopliae* visando ao controle de *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar.** Tese. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba – SP, 2005.

MACHADO, A. C. R.; MOCHI, D. A.; MONTEIRO, A. C. **Crop optimization and pre-steps standardization to get a *Bipolaris euphorbiae*-based bioherbicide.** Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiás, v. 43, n. 4, p. 392 - 399, 2013.

MAGALHÃES, B. P.; GOETTEL, M. S.; FRAZÃO, H. S. **Sporulation of *Metarhizium anisopliae* var. *acidum* and *Beauveria bassiana* on *Rhammatocerus schistocercoides* under humid and dry conditions.** Brazilian Journal of Microbiology. v.31, p.162-164, 2000.

MASCARIN, G. M.; QUINTELA, E. D. **Técnica de Produção do Fungo Entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* para Uso em Controle Biológico.** Documentos 289. Embrapa Arroz e Feijão. Santo Antônio de Goiás, 17p., 2013.

MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. **Controle biológico de doenças de plantas daninhas no Brasil.** In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. (Eds.). Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, p. 7 - 14, 2009.

MUNIZ, E. R. **Termotolerância de *Metarhizium* spp. e efeito de sua formulação sobre a virulência para *Rhipicephalus microplus* expostos à condições estressantes de temperatura e umidade.** Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Biologia da Relação Parasito-Hospedeiro. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 75 p., 2015.

PARRA, J. R. P. **Biological Control in Brazil: An overview.** Science Agricola, Piracicaba, v. 71, n. 5, p. 420 - 429, 2014.

POLAR, P.; KAIRO, M.T.K.; MOORE, D.; PEGRAM, R.; JOHN, S.A. **Comparison of water, oils and emulsifiable adjuvant oils as formulating agents for *Metarhizium anisopliae* for use in control of *Boophilus microplus*.** Mycopathologia, v.160, p.151–157, 2005.

REDDY, N. P.; KHAN, P. A. A.; DEVI, K. U.; VICTOR, J. S.; SHARMA, H. C. **Assessment of the suitability of Tinopal as an enhancing adjuvant in formulations of the insect pathogenic fungus *Beauveria bassiana*(Bals.) Vuillemin.** Pest Management Science, New York, v. 64, n. 9, p. 909 - 915, 2008.

REIS, R. C. S.; FERNANDES, E. K. K.; BITTENCOURT, V. R. E. P. **Effect of fungal formulations on viability of engorged females of *Rhipicephalus sanguineus*.** Annals of the New York Academy of Sciences, v.1149, p.239-241, 2008.

SCHRANK, A.; VAINSTEIN, M. H. ***Metarhizium anisopliae* enzymes and toxins.** Toxicon, v.56, p. 1267-1274, 2010.

SHAH, P. A.; PELL, J. K. **Entomopathogenic fungi as biological control agents.** Appl Microbiol Biotechnol, 61:413 – 423. 2003.

SILVA, V. C. A.; BARROS, R.; MARQUES, E. J.; TORRES, J. B. **Suscetibilidade de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera:Plutellidae) aos fungos *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin.** Biological Control, v.32, p.653-658, 2003.

SOUZA, E. J.; COSTA, G. L.; BITTENCOURT, V. R. E. P.; FAGUNDES, A. S. **Ação do fungo *Beauveria bassiana* associado a gel polimerizado de celulose no controle do carrapato *Anocentor nitens* em teste de campo.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 61, p. 163-169, 2009.

SOUZA, T. S. F. de. **Análise funcional do gene *chit1* do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae*.** Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 79 p., 2007.

TEIXEIRA, V. M. **Eficiência de *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorok. No controle de cigarrinhas-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae) em capim-marandu (*Brachiara bryzantha*) em Corumbiara, Rondônia.** Dissertação. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos – SP, 2010.

VEGA, F.E.; KAYA, H.F. **Insect pathology.** Academic Press, 2012.

ZIMMERMAN, G. **The entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* and its potencial as a biocontrol agent.** Pesticide Science, v.37, p.375-379, 1993.

CAPÍTULO 3

PERSISTÊNCIA DE *Bacillus thuringiensis* VISANDO O CONTROLE MICROBIANO DE *Phyllocnistis citrella*

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 07/07/2020

David Jossue López Espinosa

Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
Maceió - AL
<https://orcid.org/0000-0003-1242-2684>

Rogério Teixeira Duarte

Universidade de Araraquara
Araraquara - SP
<https://orcid.org/0000-0002-4908-6349>

Silvia Islas Rivera

Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de
Comitán
Chiapas - México
<https://orcid.org/0000-0002-7882-9789>

Alejandro Gregorio Flores Ricardez

Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de
Comitán
Chiapas, México
<https://orcid.org/0000-0003-4793-7602>

Manuel de Jesús Morales González

Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de
Comitán
Chiapas, México
<https://orcid.org/0000-0002-8638-5057>

Luis Arturo Solis Gordillo

Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de
Comitán
Chiapas, México
<https://orcid.org/0000-0003-2486-7162>

Isac Carlos Rivas Jacobo

Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de
Comitán
Chiapas, México
<https://orcid.org/0000-0003-2418-9867>

RESUMO: A larva minadora dos citros, *Phyllocnistis citrella*, é uma praga de importância na citricultura brasileira, pelas injúrias causadas nas folhas novas das brotações e por ser um agente disseminador do cancro cítrico, devido às lesões provocadas nas folhas facilitando a entrada e crescimento na epiderme das folhas. Diante disso, o objetivo da pesquisa foi analisar a persistência do produto comercial Dipel® (*Bacillus thuringiensis*) na dose de 1,0 kg e 1,5 kg por hectare, comparando-se a um controle químico (Provado 200 SC). O experimento foi conduzido no pomar de *C. sinensis* var. Localizado no município de Jaboticabal-SP (longitude 48°17'50" W e latitude 21°16'58" S) com idade do cultivo de 1 ano e 4 meses, e com plantas abaixo de 1,50 m de altura, e espaçamento de 3 m entre plantas e 7 m entre linhas de plantio. Foram realizadas três aplicações fitossanitárias, em um intervalo de 28 dias. Após as aplicações foram realizadas avaliações aos 1,3,7,15 e 28 dias após aplicação (DAA), com avaliação de ramos novos compostos por 10 folhas contendo "minas" ou "galerias", de forma a observar o número de larvas mortas. Sob condições de campo, concluiu-se que o produto comercial Dipel® composto pela bactéria entomopatogênica *B. thuringiensis* var. *kurstaki* linhagem HD-1, na dose de 1,5 kg.ha⁻¹, é uma potencial estratégia no manejo de *P. citrella*

até o dia 7 (DAA).

PALAVRAS-CHAVE: Larva-minadora; citricultura; controle biológico; eficiência.

PERSISTENCE OF *Bacillus thuringiensis* AIMING AT THE MICROBIAL CONTROL OF *Phyllocnistis citrella*

ABSTRACT: The citrus mining larvae, *Phyllocnistis citrella*, is a pest of great importance in the Brazilian citrus, because in addition to the direct damage caused by its attack on the young leaves of the shoots, it has an important role as a spreading agent of citrus canker. The objective of the research was to analyze the efficiency of the commercial product Dipel® (a.i. *Bacillus thuringiensis*) at 1.0 and 1.5 kg per hectare, compared to a chemical control (Provado 200 SC). The experiment was carried out in Jaboticabal-SP, in an experimental orchard of Citrus sinensis var. Pêra-Rio, grafted in the root clove rootstock. Three phytosanitary applications were performed at an interval of 28 days. After application, evaluations were performed at 1, 3, 7, 15 and 28 days after application (DAA), with evaluation of new branches composed of 10 leaves containing “mines” or “galleries”, in order to observe the number of dead larvae. Under field conditions, it is concluded that the commercial product Dipel® at a dose of 1.5 kg.ha⁻¹ is a potential strategy in the management of *P. citrella* until 7 DAA.

KEYWORDS: Citrus larvae, citriculture, biological control, efficiency.

1 | INTRODUÇÃO

Phyllocnistis citrella (Lepidoptera: Gracillariidae) é mundialmente conhecida como uma importante praga dos citros (Fam. Rutaceae), em que os imaturos penetram no tecido foliar mais tenro, formando galerias ou minas, o que ocasiona um dano direto na cultura (ACHOR et al., 1997), mas também indiretamente através da disseminação e do aumento da severidade do cancro cítrico nos pomares, causado pela bactéria *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* [(Hasse) Vauterin et al.] (JESUS JÚNIOR et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2008).

No Brasil, *P. citrella* foi inicialmente identificada na década de 90, no estado de São Paulo, mais especificamente no município de Limeira (CHAGAS et al., 2000). Para o manejo populacional desta espécie praga, muitas pesquisas têm direcionado ao uso de métodos de controle cultural, por intermédio de estratégias do uso de podas e adubações, resistência de plantas hospedeiras, como é o caso da laranja trifoliata, controle biológico por intermédio de parasitoides, controle comportamental através do emprego de semioquímicos, e o controle químico baseado na utilização de inseticidas sintéticos (ESPINOSA et al., 2019; LEE et al., 2017; RAO et al., 2017; SARADA et al., 2014).

Entretanto, pouco se tem estudado a respeito do uso do controle biológico com micro-organismos entomopatogênicos visando ao controle de *P. citrella*, em especial a utilização da bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis* Berliner

(SHAPIRO et al., 1998; DIAS et al., 2005; SAEIDI e SAEIDI, 2016; DUARTE et al., 2019), que é reconhecida por sua capacidade em sintetizar cristais proteicos responsáveis por grande parte da atividade tóxica a insetos pragas (SCHNEPF et al., 1998). A principal toxina produzida por *B. thuringiensis* com atividade inseticida é a δ -endotoxina, classificada pela sua sequência primária de aminoácidos, e representada por mais de 700 diferentes sequências de genes cry, classificadas em 75 grupos (Cry1 ao Cry75) (CRICKMORE et al., 2018).

Com base nesta perspectiva, a atividade inseticida destas toxinas de *B. thuringiensis* são utilizados em pesquisas científicas baseadas em testes de patogenicidade e virulência para diferentes espécies de pragas agrícolas e também a inimigos naturais, visando determinar sua seletividade e especificidade (van FRANKENHUYZEN, 2009; CRICKMORE et al., 2018).

Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi analisar a persistência do produto comercial Dipel® (*Bacillus thuringiensis*) na dose de 1,0 kg e 1,5 kg por hectare, comparando-se a um controle químico (Provado 200 SC).

2 | MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido no pomar de *C. sinensis* var. Pera-Rio localizado no município de Jaboticabal-SP (longitude 48°17'50" W e latitude 21°16'58" S). O pomar apresenta idade de 1 ano e 4 meses, com plantas abaixo de 1,50 m de altura, e espaçamento de 3 m entre plantas e 7 m entre linhas de plantio.

2.1 *Bacillus thuringiensis*

Para a condução da pesquisa, foi utilizado o produto comercial Dipel WP® (Sumitomo Chemical do Brasil Representações Ltda., São Paulo, Brasil), composto pela bactéria entomopatogênica *B. thuringiensis* var. *kurstaki* linhagem HD-1, com 16.000 Unidade Internacionais de Potência por mg (mínimo de 25 bilhões de esporos ativos por grama), contendo 32 g de ingrediente ativo.kg⁻¹ de produto comercial.

2.2 Experimento a campo

Cada parcela experimental foi composta por uma planta, em um total de seis plantas por tratamento, cada qual representada por uma repetição. As pulverizações foram realizadas ao entardecer, sobre a folhagem da cultura de *C. sinensis*, com auxílio de um pulverizador costal pressurizado de CO₂ com ponta do tipo cone vazio (TX6) com pressão constante de 300 lb/pol² e volume de aplicação de 143 litros.ha⁻¹, ou seja, 300 ml de calda.planta⁻¹. Os tratamentos foram compostos pela aplicação de água (controle negativo), imidacloprido (Provado 200SC® - 20mL.L⁻¹ de água) (controle positivo), *B. thuringiensis* (Dipel WP® - 1 kg.ha⁻¹) e *B. thuringiensis* (Dipel WP® - 1,5 kg.ha⁻¹), caracterizados por seis repetições.

Foram realizadas 3 aplicações sequenciadas, com o intervalo de 28 dias entre as aplicações. Ao término destas, foi efetuado avaliações de 1, 3, 7, 15 e 28 dias, avaliando ramos novos compostos por 10 folhas. A avaliação realizada foi de incidência de folhas atacadas. O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos e seis repetições, sendo os dados sujeitos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)

3 | RESULTADO E DISCUSSÃO

Para a primeira aplicação dos tratamentos foi possível observar que a avaliação a 1 dia após a aplicação (DAA) não houve diferença significativa entre os tratamentos ($F = 0,333$; $gl = 3, 20$; $P = 0,80$). Aos 3 DAA, foi observada diferença significativa entre os tratamentos com inseticidas biológico e químico em relação ao controle ($F = 32,874$; $gl = 3, 20$; $P < 0,05$), sendo que os tratamentos Provado® e Dipel® ($1,5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) provocaram mortalidade de 39 e 29% respectivamente, não diferindo significativamente entre si. Aos 7 DAA, o tratamento Provado® diferiu significativamente dos demais tratamentos com mortalidade de 65%, com apenas $3,5 \pm 0,43$ larvas vivas ($F = 110,46$; $gl = 3, 20$; $P < 0,05$). Aos 15 DAA, os tratamentos Provado® e Dipel® ($1,5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) diferiram significativamente dos demais ($F = 59,630$; $gl = 3, 20$; $P < 0,05$), sendo observada a presença de $7,3 \pm 0,21$ e $9,2 \pm 0,17$ larvas vivas, respectivamente. O tratamento de Provado® aos 27 DAA apresentou diferença significativa em relação a todos os tratamentos ($F = 16,000$; $gl = 3, 20$; $P < 0,05$), com uma mortalidade de 13%, representado pela presença de $8,67 \pm 0,33$ larvas vivas (Figura 1).

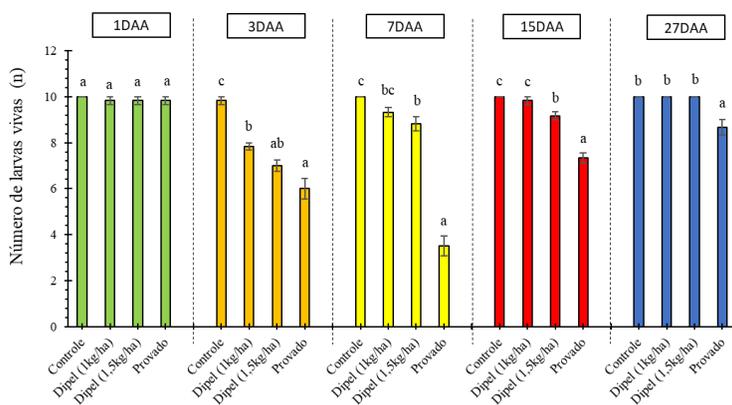


Figura 1. Número médio de larvas vivas de *Phyllocnistis citrella* em *Citrus sinensis* após a primeira aplicação de inseticidas, com avaliação após 1, 3, 7, 15 e 27 dias após a aplicação. Valores seguidos de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). A barra de erros corresponde ao erro padrão ($\pm EP$).

Após a realização da segunda aplicação, não foi possível observar diferença significativa entre os tratamentos ao 1 DAA ($F = 59,630$; $gl = 3, 20$; $P > 0,05$). Aos 3 DAA, o tratamento Provado® apresentou o menor número de larvas vivas ($6,0 \pm 0,45$) diferindo dos demais tratamentos ($F = 34,321$; $gl = 3, 20$; $P < 0,05$), seguido pelos tratamentos à base de Dipel®, com média de 7,33 e 8,17 larvas vivas, diferindo estatisticamente do controle.

Aos 7 DAA, o tratamento Provado® diferiu significativamente dos demais tratamentos, apresentando $3,5 \pm 0,22$ larvas vivas ($F = 195,686$; $gl = 3, 20$; $P < 0,05$). Após 15 DAA, o tratamento Provado® apresentou diferença significativa em relação aos demais tratamentos ($F = 56,61$; $gl = 3, 20$; $P < 0,05$), apresentando uma mortalidade de 30%, representado pela presença de $7,0 \pm 0,26$ larvas vivas. Aos 27 DAA, os tratamentos avaliados não diferiram significativamente entre si, com variação entre 9,67 e 10 larvas vivas ($F = 0,873$; $gl = 3, 20$; $P = 0,471$) (Figura 2).

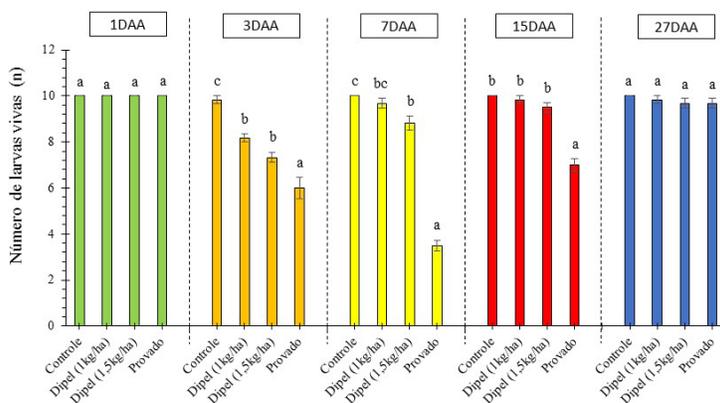


Figura 2. Número médio de larvas vivas de *Phyllocnistis citrella* em *Citrus sinensis* após a segunda aplicação de inseticidas, com avaliação após 1, 3, 7, 15 e 27 dias após a aplicação. Valores seguidos de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). A barra de erros corresponde ao erro padrão ($\pm EP$).

Quanto à terceira aplicação, não foi observada diferença estatística entre os tratamentos analisado, com média acima de 9,83 larvas vivas ($F = 1,000$; $gl = 3, 20$; $P = 0,413$). Para a avaliação aos 3 DAA, os tratamentos Provado® e Dipel® ($1,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) provocaram mortalidade de 50 e 25% respectivamente, diferindo significativamente dos demais tratamentos ($F = 26,264$; $gl = 3, 20$; $P < 0,05$). Aos 7 DAA, o tratamento Provado® obteve o menor número de larvas vivas ($4,2 \pm 0,31$), diferindo dos demais tratamentos ($F = 171,344$; $gl = 3, 20$; $P < 0,05$), enquanto que Dipel® ($1,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) diferiu significativamente do tratamento Controle com mortalidade

de 8,3%, representado por média de $9,17 \pm 0,17$ larvas vivas. Para a avaliação aos 15 DAA, o tratamento Provado® apresentou diferença significativa em relação aos demais tratamentos ($F = 121,000$; $gl = 3, 20$; $P < 0,05$), com mortalidade de 18,3%, sendo que aos 27 DAA, os tratamentos avaliados não diferiram significativamente entre si ($F = 0,873$; $gl = 3, 20$; $P = 0,471$) (Figura 3).

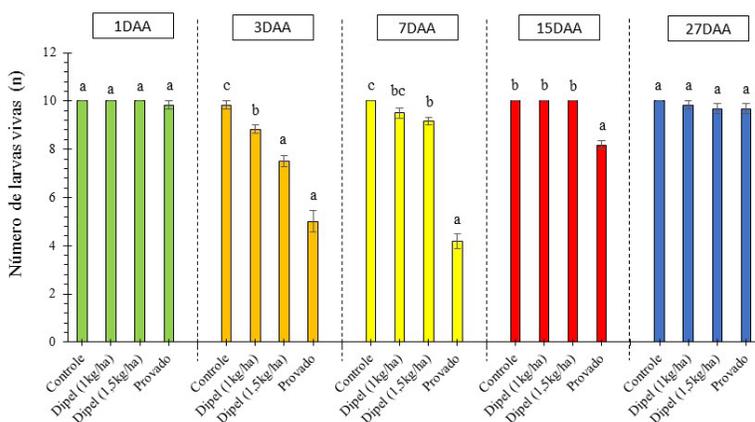


Figura 3. Número médio de larvas vivas de *Phyllocnistis citrella* em *Citrus sinensis* após a terceira aplicação de inseticidas, com avaliação após 1, 3, 7, 15 e 27 dias após a aplicação. Valores seguidos de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). A barra de erros corresponde ao erro padrão ($\pm EP$).

Estudos baseados no controle de pragas com o uso de Dipel® têm demonstrado eficiência deste entomopatógeno na redução populacional de diversas pragas agrícolas em diferentes culturas (KAMEL et al, 2010; SANTOS et al., 2015; GALZER et al., 2016). O presente estudo obteve resultados satisfatórios que demonstraram que o controle da larva minadora dos citros foi maior no período de 3 e 7 DAA para ambos os inseticidas. O inseticida biológico Dipel® na dose de 1,5 kg.ha⁻¹ demonstrou elevada eficiência no o controle de *P. citrella* em *C. sinensis* quando comparado ao produto comercial Provado®. Assim, este inseticida biológico pode ser considerado um promissor entomopatógeno para o controle da referida praga, principalmente entre os estádios iniciais da fase imatura. Em experimento laboratorial, a sobrevivência de larvas de *P. citrella* foi significativamente afetada pela concentração de *B. thuringiensis* e pelo tempo após a aplicação bacteriana, atingindo uma mortalidade de até 77% (SAEIDI e SAEIDI, 2016).

No presente estudo foi possível notar diferença significativa na sobrevivência dos insetos até o período de 7 DAA para o Dipel® e até 15 DAA para o Provado®, sendo que, este fato pode ter relação com o período residual dos produtos testados. Outros

autores também observaram que inseticidas químicos que controlam as infestações de minadores de folhas de citros são eficientes por apenas duas semanas após a aplicação (MICHAUD e GRANT, 2003). Kuss et al. (2016), avaliaram a eficiência de Dipel® para o controle de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em campo, e observaram que após 72 horas da pulverização, o inseticida testado não apresentou controle satisfatório.

Rao et al. (2016), em experimentos de campo para avaliar a eficiência de inseticidas naturais e biológicos como controle curativo e/ou profilático contra *P. citrella*, observaram que *B. thuringiensis* controla melhor as larvas neonatas de larva minadora. Estes autores concluíram que para manter as plantas livres desta praga, a bactéria entomopatogênica deve ser utilizada como tratamento profilático. O presente estudo adotou para as avaliações larvas de segundo instar, possivelmente se fossem avaliadas larvas mais jovens a sobrevivência seria menor.

Outra questão importante frente a dificuldade de manejo de larvas de *P. citrella* diz respeito ao hábito minador desta espécie praga, de forma a interferir principalmente na eficiência de controle a partir do uso de produtos comerciais a base de *B. thuringiensis*, já que a larva se encontra protegida pela epiderme da folha (SMITH e HOY 1995; SHAPIRO et al. 1998; LEGASPI et al. 1999).

Ademais, o minador dos citros já apresenta resistência a diversos inseticidas químicos, fato que dificulta ainda mais no manejo populacional desta praga (MAFI e OHBAYASHI, 2000). Contudo, alguns ajustes ainda são necessários para melhorar a eficiência do controle biológico com *B. thuringiensis* e assim gerar mais possibilidades de estratégias de manejo integrado de *P. citrella*.

4 | CONCLUSÃO

Sob condições de campo, o produto comercial Dipel® composto pela bactéria entomopatogênica *B. thuringiensis* var. *kurstaki* linhagem HD-1, na dose de 1,5 kg.ha⁻¹, é uma potencial estratégia no manejo de *P. citrella* até o dia 7 (DAA).

REFERÊNCIA

Duarte, R. T.; Bulhões, L. E. L.; Espinosa, D. J. L.; de Menezes, K. O.; da Silva, A. B.; Zarate, D. J. M. **Compatibilidade do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* e herbicidas utilizados na cultura da cana-de-açúcar.** Diversitas Journal, v. 4, n. 3, p. 717-727, 2019.

Espinosa, D. J. L.; Silva, I. H. S. da; Duarte, R. T.; Gonçalves, K. C.; Polanczyk, R. A. **Potential of Entomopathogenic Fungi as Biological Control Agents of Whitefly (*Bemisia tabaci* biotype B) (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae).** Journal of Experimental Agriculture International, v. 38, n. 6, p.1-8, 2019.

GALZER, E. C. W.; AZEVEDO FILHO, W. S. **Utilização do *Bacillus thuringiensis* no controle biológico de pragas.** Revista Interdisciplinar de Ciência Aplicada, v. 1, n. 1, p. 13-16, 2016.

Chagas, M.; Parra, J. R. ***Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae): rearing technique and biology at different temperatures.** Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, vol. 29, no 2, p. 227-235, 2000.

KAMEL, A. S.; AZIZ, M. F. A.; EL-BARKY, N. M. **Biochemical effects of three commercial formulations of *Bacillus thuringiensis* (Agerin, Dipel 2X and Dipel DF) on *Spodoptera littoralis* larvae.** Egyptian Academic Journal of Biological Sciences, v. 3, n. 1, p. 21-29, 2010.

KUSS, C. C.; ROGGIA, R. C. R. K.; BASSO, C. J.; OLIVEIRA, M. C. N. D.; PIAS, O. H. D. C.; ROGGIA, S. **Control of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in soybean with chemical and biological insecticides.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 51, n. 5, p. 527-536, 2016.

LEGASPI, J. C.; FRENCH, J. V.; SCHAUFF, M. E.; WOOLLEY, J. B. **The citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in South Texas: incidence and parasitism.** Florida Entomologist, n. 82, p. 305-316, 1999.

MAFI, S. A.; OHBAYASHI, N. **Toxicity of insecticides to the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella*, and its parasitoids, *Chrysocharis pentheus* and *Sympiesis striatipes* (Hymenoptera: Eulophidae).** Applied Entomology and Zoology, v. 41, n. 1, p. 33-39, 2006.

MICHAUD J. P.; GRANT A. K. **IPM-compatibility of foliar insecticides for citrus: Indices derived from toxicity to beneficial insects from four orders.** Journal of Insect Science, v. 3, n. 1, p. 1-8, 2003.

RAO, A. R.; RAO, P. K.; JYOTSNA, K. P. **Efficacy of certain natural insecticides against Citrus leaf miner, *Phyllocnistis citrella* Stainton as prophylactic and curative measures on Sathgudi Sweet Orange.** Pest Management in Horticultural Ecosystems, v. 21, n. 1, p. 11-15, 2015.

SAEIDI, K.; SAEIDI, E. **Bio-control efficiency of *Bacillus thuringiensis* (Berliner) against the citrus leaf miner, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lep., Gracillariidae) under laboratory conditions.** Journal of Entomological and Acarological Research, v. 48, n. 3, p. 355-359, 2016.

SANTOS, G. P.; ZANUNCIO, T. V.; NETO, H. F.; ZANUNCIO, J. C. **Suscetibilidade de *Eustema sericea* (Lepidoptera; Notodontidae) ao *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki.** Ceres, v. 42, n. 242, 2015.

SHAPIRO, J. P.; SCHROEDER, W. J.; STANSLY, P. A. **Bioassay and efficacy of *Bacillus thuringiensis* and an organosilicone surfactant against the citrus leafminer (Lepidoptera: Phyllocnistidae).** Florida Entomologist, v. 81, n.2, p.201-210, 1998.

SMITH, J. M.; HOY, M. A. **Rearing methods for *Ageniaspis citricola* (Hymenoptera: Encyrtidae) and *Cirrospilus quadristriatus* (Hymenoptera: Eulophidae) released in a classical biological control program for the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae).** Florida Entomologist, v. 74, p. 600-608, 1995.

CAPÍTULO 4

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DAS SEMENTES DE GIRASSOL ORIUNDAS DE DIFERENTES LOCALIDADES

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 07/07/2020

Aline de Oliveira Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Currais Novos – RN
<http://lattes.cnpq.br/0066639458527942>

Luís Paulo Firmino Romão da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Currais Novos – RN
<http://lattes.cnpq.br/2233147510594978>

Moisés Sesion de Medeiros Neto

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Currais Novos – RN
<http://lattes.cnpq.br/7174578733998107>

Mailson Gonçalves Gregório

Universidade Federal de Campina Grande –
UFCG
Campina Grande – PB
<http://lattes.cnpq.br/4059274514503706>

Erivan de Sousa Abreu

Faculdade Santa Maria
Cajazeiras – PB
<http://lattes.cnpq.br/2861585830118004>

George Martins Gomes

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Nova Cruz – RN
<http://lattes.cnpq.br/6687438690484148>

Larissa Monique de Sousa Rodrigues

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Currais Novos – RN
<http://lattes.cnpq.br/4501967168667624>

Marizânia Sena Pereira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Currais Novos – RN
<http://lattes.cnpq.br/5539508314446696>

RESUMO: A determinação das características físicas de sementes de girassol possui grande importância em diversas etapas do processo de beneficiamento, como o dimensionamento de equipamentos e sistemas para colheita, manuseio, transporte, secagem e armazenamento. Teve-se como objetivo avaliar as propriedades físico-químicas das sementes de girassol oriundas de diferentes localidades. A determinação das propriedades físico-químicas das sementes de girassol foi realizada no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas – LAPPA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, *Campus* de Campina Grande. As sementes foram adquiridas em Campina Grande-PB, e João Pessoa-PB. As características avaliadas foram: massa do grão, massa de mil sementes, massa específica real e aparente, porosidade, volume do grão, ângulo de repouso dinâmico, comprimento, largura e espessura, esfericidade, umidade, atividade de água, pH, acidez total, cinzas, °Brix, relação sólidos solúveis e acidez total. Para as propriedades massa dos grãos, massa

de mil sementes, massa específica aparente, ângulo de repouso dinâmico, largura, espessura, atividade de água e pH não houve diferença entre as médias para as sementes das duas localidades.

PALAVRAS-CHAVE: Dimensionamento de equipamentos, grãos, *Helianthus annus* L.

PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF SUNFLOWER SEEDS FROM DIFFERENT LOCATIONS

ABSTRACT: The determination of the physical characteristics of sunflower seeds is of great importance in several stages of the beneficiation process, such as the design of equipment and systems for harvesting, handling, transportation, drying and storage. The objective was to evaluate the physicochemical properties of sunflower seeds from different locations. The determination of the physical-chemical properties of sunflower seeds was carried out at the Agricultural Products Storage and Processing Laboratory - LAPPA at the Federal University of Campina Grande - UFCG, Campina Grande *Campus*. The seeds were purchased in Campina Grande-PB, and João Pessoa-PB. The evaluated characteristics were: grain mass, thousand seed mass, real and apparent specific mass, porosity, grain volume, dynamic resting angle, length, width and thickness, sphericity, humidity, water activity, pH, total acidity, ashes, ° Brix, soluble solids ratio and total acidity. For the properties mass of grains, mass of a thousand seeds, apparent specific mass, angle of dynamic rest, width, thickness, water activity and pH, there was no difference between the averages for the seeds of the two locations.

KEYWORDS: Equipment sizing, grains, *Helianthus annus* L.

1 | INTRODUÇÃO

A importância da cultura do girassol no mundo se deve à excelente qualidade do óleo comestível que extrai de sua semente. A crescente demanda por alimentos, em virtude do aumento populacional, induz à incorporação de novas áreas proporcionando, assim, o aumento da produção (BIODIESELBR, 2008). No Brasil, a cultura encontra amplas condições de desenvolvimento, devido à aptidão edáfica, sendo uma espécie anual herbácea, de cultivo estival e dicotiledônea (SILVA, 1990).

O consumo no Brasil, especialmente do óleo de girassol, tem crescido muito, impulsionado por sua ótima qualidade nutricional. A versatilidade de uso das sementes de girassol resulta em um gradual aumento de interesse por esta cultura. A demanda mundial por girassol tem aumentado em média 1,8% por ano. A cultura ganhou grande importância a partir da comprovação da excelente qualidade do óleo comestível extraído de suas sementes (ANDRADE, 2000). Além de ser matéria-prima de outros alimentos, medicamentos, cosméticos e corantes, o girassol também é fonte proteica para a produção de silagem.

O conhecimento das propriedades físicas dos produtos agrícolas é de fundamental importância para uma correta conservação das sementes, para o projeto de dimensionamento, construção e operação dos diversos equipamentos utilizados nas principais operações de pós-colheita dos produtos (MIR et al., 2013).

Para a maioria dos produtos agrícolas, como por exemplo, as sementes de girassol, quando mal dimensionados os equipamentos pode gerar trincas, danos físicos, podendo levar a quebras das sementes, conseqüentemente, uma redução nos preços de comercialização (MAYOR e SERENO, 2004). A fim de minimizar os custos de produção para maior competitividade e melhoria da qualidade do produto processado, a determinação e o conhecimento do comportamento das propriedades das sementes de girassol são os principais fatores a contribuir para o adequado desenvolvimento dos processos e simulações, que visem aperfeiçoar o sistema produtivo dessa cultura, o que torna o conhecimento das propriedades físicas dos grãos relevante.

Conforme Carrão-Panizzi e Mandarinino (1994), a composição química das sementes de girassol de qualquer genótipo varia amplamente com o local de produção, clima, fertilizantes e até mesmo com a posição da semente no capítulo. As sementes de girassol são secas até um máximo de 10 a 12% de umidade. A proteína de girassol, que pode ser utilizada como ingrediente alimentar, inclui a farinha, o concentrado e o isolado proteico. A qualidade nutricional das sementes de girassol é afetada pelas operações específicas de processamento. Diante do exposto, objetivou-se avaliar as características físicas e químicas de sementes de girassol oriundas de diferentes localidades.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A determinação das propriedades físicas e químicas das sementes de girassol foi realizada no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas – LAPPA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, *Campus* de Campina Grande. As sementes foram adquiridas em duas localidades, sendo elas: Campina Grande-PB, e João Pessoa-PB.

As características avaliadas foram: massa do grão realizada através da pesagem individual da semente com três repetições de 100 sementes; massa de mil sementes (g) obtida pela avaliação da massa de três repetições de mil sementes; para a determinação da massa específica real das sementes foram realizadas três pesagens com dez sementes cada: a primeira pesagem consistiu na simples pesagem da semente em balança de precisão, a segunda pesagem consistiu na pesagem de um becker contendo água e a terceira pesagem consiste na pesagem do becker + água + semente submersa. Para que a semente ficasse totalmente

imersa na água de forma que não tocasse às bordas nem o fundo do recipiente, foi fixada uma haste móvel (Figura 1), acoplada a um suporte que permitiu o movimento até a completa imersão da semente.

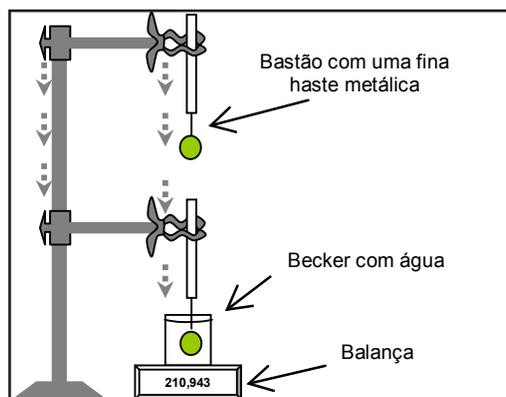


Figura 1. Adaptação de um suporte para pesagem de semente submersa.

Fonte: Almeida et al. (2006).

A massa específica aparente foi calculada pela simples relação entre a massa das sementes e o volume ocupado pelas sementes (volume do recipiente), conforme Mohsenin (1986). A relação utilizada para o cálculo foi:

$$\rho_a = \frac{m}{V_a} \text{ (g.cm}^{-3}\text{, kg.m}^{-3}\text{ ou t.m}^{-3}\text{)}$$

Em que:

m: massa das sementes que ocupam um certo recipiente

V_a : volume do recipiente que contém a amostra de sementes

A porosidade foi obtida conforme metodologia de Mohsenin (1970), utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\varepsilon = \left[1 - \left(\frac{\rho_a}{\rho_r} \right) \right]$$

Em que:

ε : porosidade da massa granular (%)

ρ_a : massa específica aparente (kg.m⁻³)

ρ_r : massa específica real ou unitária (kg.m⁻³)

O volume das sementes foi determinado pelo método do deslocamento de líquido utilizando-se uma bureta de 50 mL, com amostras compostas de 100 sementes (RUFFATO et al., 1999). O ângulo de repouso dinâmico foi determinado

usando-se uma estrutura de madeira montada sobre uma plataforma plana, porém móvel (Figura 2). A plataforma foi então inclinada até se conseguir o início do movimento das sementes, ou seja, até que as sementes iniciassem o movimento, momento em que foi medido o ângulo correspondente ao início do movimento.

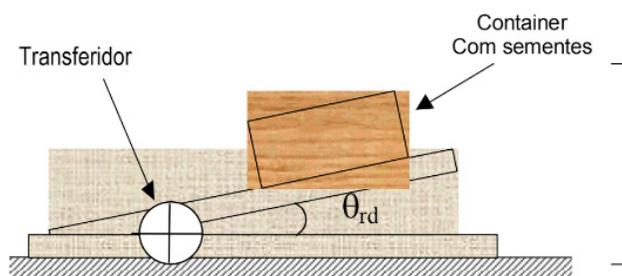


Figura 2. Dispositivo para determinação do ângulo de repouso dinâmico de sementes.

Fonte: Almeida et al. (2006).

O tamanho das sementes foi analisado quanto ao comprimento, largura, espessura com auxílio de paquímetro digital sendo que a representa o comprimento ou maior eixo, mm; b a largura ou eixo médio, mm e c a espessura ou menor eixo, mm, conforme metodologia de Mohsenin (1986). A esfericidade foi determinada com auxílio de retroprojektor e paquímetro digital.

A umidade determinada pelo método de estufa, a 105 ± 3 °C, durante 24 h, com três repetições segundo as determinações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009); a atividade de água foi determinada através de leitura direta da amostra em triplicata na temperatura de 25 °C, em higrômetro Aqua-Lab; o pH foi determinado por leitura direta da amostra em pHmetro digital; acidez total titulável (ATT) foi determinada por titulometria; a determinação do teor de cinzas foi realizada por incineração das amostras em mufla a 550 °C; sólidos solúveis totais (SST) determinados por refratômetro, os resultados foram expressos em °Brix; relação SST/AT pelo quociente entre os valores de SS e AT, ambas conforme a metodologia descrita por Brasil (2008).

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estão descritos na Tabela 1 os valores médios das propriedades físicas das sementes de girassol. Observou-se que não houve diferença entre as duas localidades para a massa dos grãos e massa de mil sementes. As sementes oriundas de João Pessoa apresentaram média maior para na massa específica real e aparente. Como

já era de se esperar a massa específica real foi maior que a aparente, uma vez que, a massa específica aparente leva em consideração os espaços vazios intergranulares existentes na massa das sementes. A determinação de massa específica aparente é importante para a comercialização, dimensionamento de silos, secadores, depósitos e sistemas de transportes, podendo também ser utilizado para determinar danos causados por insetos, bem como a deterioração fúngica nos produtos armazenados (MIR; BOSCO e SUNOOJ, 2013).

Propriedades	Localidades	
	Campina Grande-PB	João Pessoa-PB
Massa dos grãos (g/cm ³)	0,071±0,02	0,073±0,04
Massa de mil sementes (g/cm ³)	65,86±4,59	68,23±1,03
Massa específica real (g/cm ³)	0,646±0,12	0,729±0,07
Massa específica aparente (g/cm ³)	0,433±0,01	0,439±0,04
Porosidade %	32,73±2,77	39,43±4,97
Volume do grão (cm ³)	0,114±0,02	0,097±0,02
Ângulo de repouso dinâmico	25,33±0,47	25,67±0,47
Comprimento (mm ²)	10,82±0,63	10,63±0,60
Largura (mm ²)	5,67±0,52	5,66±0,55
Espessura (mm ²)	3,59±0,50	3,55±0,61
Esfericidade %	50,15±6,12	51,04±11,10

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão das propriedades físicas de sementes de girassol (*Helianthus annus* L.), Campina Grande - Paraíba, 2017.

Com massa específica real e aparente maior, logo a porosidade das sementes obtidas em João Pessoa foi maior, indicando essa à quantidade de espaços vazios na massa da semente. A porosidade está associada à resistência que a camada de produtos oferece à movimentação do ar, sendo largamente utilizada nos projetos de equipamentos para secagem e armazenamento de grãos e sementes. Resende et al. (2005), observaram que, a porosidade da massa de grãos tem maior influência com a redução do teor de água, fato observado neste trabalho, no qual as sementes adquiridas em Campina Grande apresentaram menor teor de água (Tabela 2) e consequentemente menor porosidade, logo o contrário foi observado nas sementes oriundas de João Pessoa.

As condições de cultivo, localização do plantio, variedade, manejo da cultura, colheita e pós-colheita das sementes podem influenciar nas propriedades físicas das sementes de girassol (PEIXOTO, 2004). As sementes oriundas da cidade de Campina Grande apresentaram média maior para o volume do grão quando

comparadas com as de João Pessoa, as variações volumétricas são umas das principais causas de alterações nas propriedades físicas de produtos agrícolas.

Propriedades	Localidades	
	Campina Grande-PB	João Pessoa-PB
Umidade %	7,00±0,04	7,46±0,07
Atividade de água	0,657±0,000	0,684±0,000
pH	6,36±0,01	6,35±0,004
Acidez total %	0,784±0,02	0,83±0,02
Cinzas %	1,75±0,18	2,06±0,48
°Brix %	2,16±0,49	3,86±0,57
SS/AT	2,77±0,66	4,64±0,57

Tabela 2. Valores médios e desvio padrão das propriedades físico-químicas de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.), Campina Grande - Paraíba, 2017.

Observou-se que o ângulo de repouso dinâmico das sementes de Campina Grande foi menor, o contrário foi observado para as sementes adquiridas em João Pessoa. Parâmetros como ângulo de repouso dinâmico e esfericidade auxiliam na confecção de equipamentos de colheita, beneficiamento e armazenamento do produto. O tamanho, a forma e o teor de água das sementes têm influência decidida no ângulo de repouso. Tratando-se de importância, o ângulo de repouso dinâmico merece maior atenção do que o ângulo de repouso estático, devido ao fato de que ele surge em todos os casos onde a massa de sementes está em movimento, como no descarregamento das sementes de silos, recipientes, sacarias e outros (ALMEIDA et al., 2006).

Segundo Sirisomboon et al. (2007), é essencial conhecer o tamanho dos grãos para o processo de beneficiamento, no qual os dados podem ser usados para determinar o limite inferior dos transportadores, como a correia transportadora, os elevadores de caçamba e o transportador helicoidal. Pensando nisso, determinou-se o tamanho das sementes de girassol (comprimento, largura e espessura). Observaram-se *médias maiores para as sementes oriundas de Campina Grande*. Quanto à forma as sementes de adquiridas em João Pessoa apresentaram média maior para a esfericidade, essa mostra o quanto a semente é próxima da forma de uma esfera. Quanto mais esférico for o grão, menor o ângulo.

Observou-se no trabalho um teor de umidade que variou de 7 a 7,46% para as sementes adquiridas em Campina Grande e João Pessoa, respectivamente (Tabela 2). Sugere-se realizar a colheita das sementes com umidade inferior a 9%, o que representa uma perda de peso que não é recompensada com as bonificações

de preço (BRAGACHINI; MARTIN e MÉNDEZ, 2002). Apesar do teor de umidade ideal para colheita ser de 11 a 13%, caso não seja possível alcançar esse teor, as sementes podem ser colhidas até com 20 a 25% de umidade, porém devem passar por secagem imediatamente (BOLSON, 1981). Maior teor de água na semente pode ocasionar problemas, sendo os mais comuns os danos mecânicos aos aquênios, pois com maior umidade a inflorescência fica mais propensa a ser prensada pelo cilindro. Quanto ao teor de umidade ideal para o armazenamento da semente do girassol, é recomendável que esteja entre 10 e 11%.

Segundo Oliveira (2012), os valores de atividade de água variam entre 0 a 1, sendo classificado em função da atividade de água em baixa umidade (a_w até 0,6); umidade intermediária (a_w entre 0,6 e 0,9) e com alta umidade (a_w com valores acima até 0,9). As sementes das duas localidades apresentaram atividade de água intermediária, o que pode possibilitar o crescimento de microrganismos e a possível ocorrência de reações químicas e enzimáticas.

Quanto ao parâmetro pH não houve diferença entre as sementes das duas localidades. A acidez total das sementes adquiridas em João Pessoa foi maior. O teor de cinzas das sementes adquiridas em João Pessoa foi maior, assim como maior teor de sólidos solúveis (°Brix) e relação sólidos solúveis e acidez.

Segundo Villamide e San Juan (1998), problemas adicionais para o uso de girassol em dietas para aves é a escassez de informações sobre a sua composição e a variabilidade das composições encontradas na literatura. Conforme Nery et al. (2007), solo, clima, cultivar e método de processamento, entre outros, determinam a composição nutricional e energética dos alimentos e subprodutos do girassol.

4 | CONCLUSÕES

Conclui-se que não houve diferença entre as duas localidades para massa dos grãos, massa de mil sementes, massa específica aparente, ângulo de repouso dinâmico, largura, espessura, atividade de água e pH. As sementes oriundas de João Pessoa apresentaram média maior para a massa específica real, porosidade, comprimento, esfericidade, umidade, acidez total, cinzas, Brix e relação sólidos solúveis e acidez total.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. de A. C. (Org.); DUARTE, M. E. M. (Org.); CAVALCANTI-MATA, M. E. R. M. (Org.). **Tecnologia de Armazenagem em sementes**. 1. ed. Campina Grande: Marconi, 2006. v. 1. 382p.

ANDRADE, S. G. **Efeito de lâminas de água e doses de boro na cultura do girassol**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2000. 94p. Tese Doutorado.

BIODIESELBR. **Governo divulga informações sobre as matérias-primas do biodiesel.** Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/bio/mudancas-selosocialanunciadas-outubro-09-09-08.htm>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

BOLSON, E. L. **Técnicas para produção de sementes de girassol.** Brasília, EMBRAPASPSB, 1981. 27p. (EMBRAPA-SPSB, Circular Técnica, 1).

BRAGACHINI, M.; MARTIN, A.; MÉNDEZ, A. **Eficiencia de cosecha de girasol.** In: DÍAZ-ZORITA, M.; DUARTE, G.A. (Ed.). Manual práctico para el cultivo de girasol. Buenos Aires: Hemisferio Sur, 2002. p. 26 – 29.

BRASIL. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** Instituto Adolfo Lutz. 4.ed. Normas analíticas do instituto Adolfo Lutz. São Paulo. v.1, 2008. 1020p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.

CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G. **Girassol: derivados proteicos.** Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1994. 27p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 74).

MAYOR, L.; SERENO, A.M. **Modelling shrinkage during convective drying of food materials: a review.** Journal of Food Engineering, v.61, p.373-386, 2004.

MIR, S.A.; BOSCO, S.J.D.; SUNOOJ, K.V. **Evaluation of physical properties of rice cultivars grown in the temperate region of India.** International Food Research Journal, v. 20, p. 1521-1527, 2013.

MOHSENIN, N. N. **Physical properties of plant and animal materials.** New York, Gordon and Breach Science Publishers, 1970. 734 p.

MOHSENIN, N. N. **Physical properties of plant and animal materials.** New York: Gordon and Breach science publishers Inc., 1986. 734p.

NERY, L. R.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S. **Valores de energia metabolizável de alimentos determinados com frangos de corte.** Rev. Bras. Zootec., v.36, p.1354-1358, 2007.

OLIVEIRA, G. S. **Aplicação do processo de liofilização na obtenção de cajá em pó: avaliação das características físicas, físico-químicas e higroscópicas.** 2012. 83p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza - CE.

PEIXOTO, A. M. **Enciclopédia Agrícola Brasileira – Girassol.** Volume 5. Editora EDUSP. 2004.

RESENDE, O; CORRÊA, P. C.; GONELI, A. L. D.; CECON, P. R. **Forma, tamanho e contração volumétrica do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) durante a secagem.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.7, n.1, p.15-24. 2005.

RUFFATO, S.; CORRÊA, P. C.; MARTINS, J. H.; MACHADO, B. H; MANTOVANI, B.E.; S. J. N. **influência do processo de secagem sobre a massa específica aparente, massa específica unitária e porosidade de milho-pipoca.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.3, n.1, p.45-48, 1999.

SILVA, M. N. A. **A cultura do girassol.** Jaboticabal: FUNEP, 67p, 1990.

SIRISOMBOON, P.; ISHOLA, T. A.; SURYANTO, H. **Physical and mechanical properties of *Jatropha curcas* L. fruits, nuts and kernels.** Biosystems Engineering, v.97, p.201-207, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1537511007000475>>. Acesso em: 19 de ago. 2017.

VILLAMIDE M.J.; SAN JUAN, L.D. **Effect of chemical composition of sunflower seed meal on its true metabolizable energy and amino acid digestibility.** Poult. Sci., v.77, p.1884-1892, 1998.

SELEÇÃO DE MANDIOCA DE MESA NAS ENCOSTAS DA SERRA CATARINENSE

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 06/07/2020

Sirlei de Lima Vieira

Universidade Federal do Paraná- UFPR
Orleans – SC
<http://lattes.cnpq.br/9395853360942576>

Darlan Rodrigo Marchesi

Departamento Estadual de Extensão Rural e
Pesqueira-DERP
Florianópolis – SC
<http://lattes.cnpq.br/4080633311454350>

Fabiano Alberton

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão
Rural de Santa Catarina-Epagri
Orleans – SC
<http://lattes.cnpq.br/6208929473329673>

RESUMO: A mandioca de mesa é uma cultura tradicional, com elevado potencial produtivo e múltiplos usos alimentares. A seleção de variedades superiores é fundamental para o sucesso da atividade. O objetivo desse estudo foi avaliar a produtividade de raízes e parte aérea de cultivares de mandioca em dois locais de cultivo do município de Orleans, na safra 2017/18. As variedades utilizadas foram: SC 257 Estação; SCS 263 Guapo, SCS 262 Sempre Pronto, SCS 260 Uirapuru e a testemunha Vassourinha. O delineamento experimental foi de blocos casualizado, com três repetições e dois locais de cultivo. Os dados foram submetidos à análise de variância e médias comparadas pelo teste de

Tukey a 5%. Os resultados demonstram haver diferença no rendimento de raízes das variedades testadas, com importante influência dos locais de cultivo. Nas condições do estudo, os cultivares Estação e Sempre Pronto destacaram-se no rendimento de raízes, massa verde de parte aérea em ambos locais.

PALAVRAS-CHAVE: Rendimento de raízes, variedades de mandioca, interação.

SELECTION OF TABLE CASSAVA ON THE SLOPES OF SERRA CATARINENSE

ABSTRACT: Table manioc is a traditional crop, with high production potential and multiple food uses. The selection of superior varieties is fundamental for the success of the activity. The objective of this study was to evaluate the root and shoot productivity of cassava cultivars in two cultivation sites in the municipality of Orleans, in the 2017/18 harvest. The varieties used were: SC 257 Estação; SCS 263 Guapo, SCS 262 Sempre Pronto, SCS 260 Uirapuru and the witness Vassourinha. The experimental design was randomized blocks, with three replications and two cultivation sites. The data were subjected to analysis of variance and means compared by the Tukey test at 5%. The results show that there is a difference in the root yield of the tested varieties, with an important influence of the cultivation sites. Under the conditions of the study, the cultivars Estação and Sempre Pronto stood out in the root yield, green mass of aerial part in both locations.

KEYWORDS: Root yield, varieties of cassava, interaction.

1 | INTRODUÇÃO

O cultivo de mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Crantz), também conhecida como aipim vem sendo amplamente difundido na Região das Encostas da Serra Catarinense. Isso por se tratar de uma cultura tradicional entre os agricultores familiares, ter elevada resposta produtiva e permitir múltiplos usos na alimentação humana e animal, com possibilidade de agregar valor aos diferentes produtos gerados. A escolha de diferentes variedades, associadas a condições ambientais e de manejo podem resultar em produtividades distintas, sendo fundamental a avaliação local das cultivares disponíveis.

A origem da mandioca tem como hipótese mais aceita a América, mais especificamente na Amazônia brasileira, sendo cultivada desde os indígenas até os dias de hoje por agricultores de diferentes níveis tecnológicos (CASTRO, et al., 2008).

Atualmente são cultivados no Brasil cerca de 1,36 milhões de hectares de mandioca, sendo produzidos aproximadamente 20,1 milhões de toneladas de raízes, com rendimento médio de raízes de 15,1 t.ha⁻¹ (IBGE, 2017). Em Santa Catarina são cultivados e produzidos cerca de 20,6 mil hectares e 395 mil toneladas, respectivamente (IBGE, 2017).

A diferenciação entre mandioca destinada à industrialização, conhecida como “mandioca brava” e da mandioca para consumo de mesa (aipim), se dá pelo maior teor de ácido cianídrico da primeira. Além disso, a mandioca de mesa tem características de cozimento, textura e sabor diferenciados e agradáveis ao paladar humano.

Os principais usos da mandioca de mesa são para a alimentação humana, onde a raiz tuberosa pode ser consumida cozida, frita na forma de chips entre outros tantos usos presentes na culinária brasileira. Na alimentação animal, o uso da mandioca *in natura* pode ser utilizada como silagem, feno da parte aérea, farelo de farinha ou simplesmente utilizando partes das plantas trituradas. Outros usos da mandioca de mesa ou brava estão na área industrial como farinhas, fécula doce e azeda, (SILVA, J. C. P. M., 2011, p. 14, 15).

A mandioca de mesa é um típico alimento produzido pela agricultura familiar, comercializada *in natura*, descascada ou ao natural, bem como minimamente processada na forma resfriada ou congelada, o que aumenta o tempo de armazenagem e facilita a comercialização.

Em cultivos tradicionais de mandioca de mesa, bons rendimentos e qualidade de raízes são obtidos após oito meses de cultivo (SILVA, 2011), período que proporciona aliar produtividade de raízes com a qualidade para consumo e processamento. Entretanto, a mandioca não apresenta um período específico para

a colheita, podendo ser colhida de acordo com as necessidades do produtor e ou demanda de mercado.

Fatores relacionados ao clima como temperatura, a ocorrência de ventos, geadas, desafios de fertilidade do solo e nutrição das plantas, excesso ou falta de água interferem no seu rendimento e na forma do cultivar (CASTRO, et al., 2008). Assim, as diferentes variedades de mandioca apresentam respostas distintas frente às formas e locais de cultivo. O rendimento de raízes de mandioca está diretamente relacionado com a temperatura, não sendo indicado o cultivo sob temperatura inferior a 15°C e superior a 35°C. As melhores temperaturas para o seu desenvolvimento estão em entorno de 25°C a 29°C.

As condições edafoclimáticas são diferentes em todo o Brasil, contudo o cultivar tem extensão de produção em todo o território nacional, assim as variedades apresentam adaptações distintas devido a determinados aspectos, raramente se expressa da mesma forma semelhante em todos os ecossistemas, por causa dessa adaptação a importância de avaliar as variedades mais eficientes, resistente a cada clima, região, justificando a diversidade de cultivares existentes e utilizadas pelos produtores de mandioca de mesa.

Um aspecto fundamental no cultivo de mandioca de mesa é a escolha de variedades adequadas ao cultivo e a comercialização. Esse processo é efetuado pelos agricultores e visa adequar elevados rendimentos de raízes com atributos de qualidade, como a facilidade de descasque, cozimento e sabor das raízes de diferentes variedades. Adicionalmente, diferentes variedades de mandioca de mesa têm elevado grau de interação com o meio, principalmente com características de solo, ambiente e manejo de cultivo. Dessa forma, é essencial a avaliação de variedades no local de cultivo, podendo assim o agricultor selecionar os materiais mais produtivos, resistentes, adequados a sua condição ambiental e de comercialização.

Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar o rendimento de raízes e parte aérea de diferentes variedades de mandioca de mesa, sob as condições edafoclimáticas das Encostas da Serra Geral Catarinense.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em dois locais situados na região das Encostas da Serra Geral Catarinense, especificamente no município de Orleans, Sul do estado nas comunidades de Furninhas e Taipa, em solos das ordens Cambissolo, de textura franca-argilosa, e Argissolo areno-argiloso, respectivamente. O período de estudo foi de agosto de 2017 a julho de 2018.

Foram utilizadas as seguintes variedades de mandioca mesa desenvolvidas pela Epagri: SC 257 Estação EEI; SCS 263 Guapo, SCS 262 Sempre Pronto, SCS

260 Uirapuru e a testemunha sendo um cultivar tradicional da região denominado de Vassourinha. As características principais das variedades são:

- SC 257 Estação EEI (2014, lançado): Cor de polpa branca, baixo tempo de cozimento, descasque fácil, elevada produção de raízes.
- SCS 263 Guapo (2015, lançado): Cor de polpa branca, bom teor de amido, rama ereta e vigorosa, baixo tempo de cozimento, estabilidade de produção, elevada produtividade de raízes.
- SCS 262 Sempre Pronto (2015, lançado): Cor de polpa branca, entrecasca roxa, raízes longas, bom teor de amido, baixo tempo de cozimento, extenso período de viabilidade de cozimento, boa produtividade de raízes.
- SCS 260 Uirapuru (2015, lançado): Cor de polpa amarela, rama eretas e vigorosas, bom teor de amido, baixo tempo de cozimento, elevada produção de raízes.
- Testemunha usou-se o cultivar crioulo tradicional da região denominado de Vassourinha.

O plantio foi efetuado em 29 setembro de 2017, em ambos locais, dentro da época de plantio recomendada para a cultura. Na área da Taipa, o solo foi preparado com aração, confecção de camalhão e semeadura de aveia no período do inverno para produção de cobertura e permitir o plantio da mandioca sem revolvimento posterior do solo. Esse tipo de cultivo foi baseando-se nos princípios do sistema de Plantio direto de hortaliças - SPDH. Esse procedimento eliminou a necessidade de controle de ervas visto que com a palha produzida pela aveia, que posteriormente rolada obteve uma boa cobertura de solo. Na área de Furninhas, o preparo do solo foi convencional e posterior confecção dos camalhões para o plantio. Nesta área foram necessárias três capinas manuais para reduzir a incidência de ervas durante o ciclo vegetativo.

Em ambas as áreas foram realizadas duas adubações de cobertura, na dose de 15 g por planta, em duas aplicações cada de uréia e cloreto de potássio, aos 30 e 75 dias após a emergência.

O delineamento experimental utilizado em ambos locais foi de blocos casualizados, com três repetições. Foram utilizados cinco tratamentos que consistiram nas variedades de mandioca, sendo quatro variedades desenvolvidas pela Epagri e uma testemunha local, considerada crioula. A área das parcelas experimentais foi de 25 m², com plantas espaçadas em 1,25 m entre linhas e 0,75 m entre plantas, resultando em 20 plantas por parcela. Para coleta dos parâmetros avaliados foram utilizadas três plantas em cada colheita, situadas em linhas centrais, descartando as plantas de bordadura. As avaliações foram realizadas a partir dos sete meses

após o plantio e perdurou até os nove meses do plantio, sendo realizadas colheitas mensais neste período.

Os parâmetros avaliados foram: Rendimento de raízes, obtido pela colheita de raízes e pesagem com balança; rendimento de massa verde da parte aérea, sendo coletada na ocasião da colheita de raízes e devidamente acondicionada e pesada em balança; e relação parte aérea/raízes, obtido pela divisão da massa da parte aérea total pela massa de raízes.

Após a coleta, os dados foram dispostos em planilha do *Microsoft Office Excel* e submetidos, posteriormente, à análise de variância utilizando o pacote estatístico do Programa Estatístico Past 2.17c (2013) de uso livre. A comparação de médias foi realizada pelo teste de *Tukey*, com 5% de significância. Os resultados foram devidamente convertidos em gráficos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Rendimento de raízes de mandioca de mesa

A Figura 1 apresenta o rendimento de raízes das variedades avaliadas na área da Taipa-Orleans.

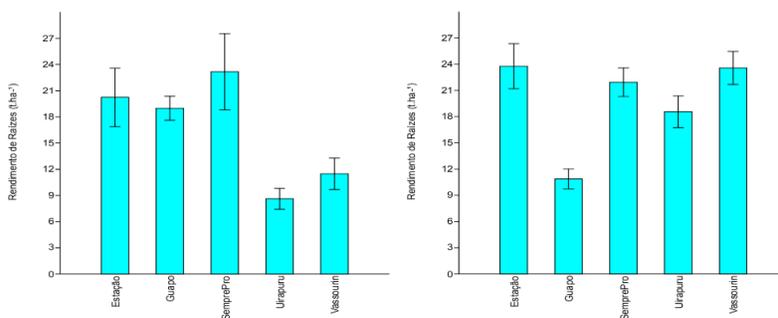


Figura 1. Rendimento de raízes de aipim na localidade da Taipa (A) e Furninhas (B) em Orleans, 2018.

As variedades que se destacaram com maior rendimento de raízes foram Estação, Guapo e Sempre Pronto, com rendimento médio de 20,2; 19,0 e 23,2 t.ha⁻¹, respectivamente. Estas variedades não diferiram estatisticamente entre si, porém foram significativamente superior aos rendimentos obtidos com as variedades Uirapuru e a testemunha Vassourinha, que alcançaram em média, 8,6 t.ha⁻¹ e 11,5 t.ha⁻¹, respectivamente.

Estes resultados demonstram que é importante a avaliação local de diferentes variedades de mandioca de mesa, podendo promover ganhos de produtividade em

relação a variedades de uso tradicional.

Na localidade das Furninhas, em Orleans, as variedades Estação, Sempre Pronto, Uirapuru e a Testemunha Vassourinha não diferiram entre si. Estas variedades alcançaram rendimento de raízes de 26,2; 22,2; 19,7 e 25,3 t.ha⁻¹, respectivamente. Neste local, a variedade Guapo apresentou rendimento de 9,4 t.ha⁻¹, significativamente inferior aos demais materiais avaliados. Como visto, há grande interação das variedades de mandioca de mesa com as condições ambientais e de cultivo em que são cultivados. Assim, cabe a avaliação local a função de selecionar os materiais mais adequados a cada condição edafoclimáticos e de manejo aplicado pelo agricultor.

3.2 Rendimento de massa verde de plantas de mandioca de mesa

Em ambos os locais, o rendimento de massa verde das variedades Estação e Sempre Pronto não diferiram entre si e foram significativamente superiores aos das demais variedades (Figura 2).

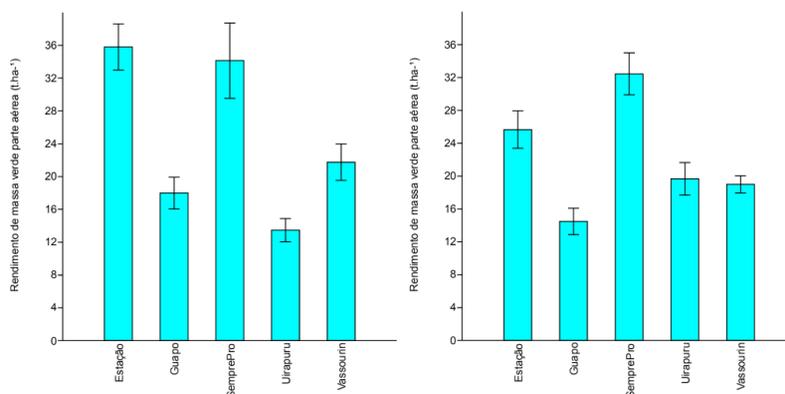


Figura 2. Rendimento de massa fresca da parte aérea de plantas de mandioca de mesa na Taipa (A) e Furninhas (B) em Orleans, 2018.

Na área da Taipa, o rendimento de massa verde da parte aérea das variedades Estação e Sempre Pronto foram respectivamente de 35,8 e 34,1 t.ha⁻¹. Já na área de Furninhas o rendimento de massa verde da parte aérea das variedades Estação e Sempre Pronto foram respectivamente de 28,4 e 31,5 t.ha⁻¹. A adequada formação de parte aérea das plantas favorece a interceptação da radiação solar, assim é possível ampliar a taxa de fotossintética das plantas. Também, o maior vigor confere vantagem competitiva em relação às outras espécies presentes no ambiente de cultivo. Por outro lado, o excesso de vigor pode interferir negativamente na partição de fotoassimilados, podendo resultar em rendimento de raízes desproporcional.

Entretanto, neste estudo, a melhor formação de parte aérea resultou em melhores rendimentos de raízes de mandioca de mesa. Isso demonstra a importância em formar plantas com equilíbrio entre a massa verde e a massa de raízes. Também é possível verificar que variedades que tiveram menor formação de parte aérea resultaram em restrições no rendimento de raízes, que são órgãos armazenadores do excedente de fotoassimilados. Este foi o comportamento das variedades Uirapuru e Guapo. Já a variedade de uso tradicional pelos agricultores Vassourinha, possivelmente a sua maior adaptação às condições ambientais resultou em rendimentos de massa verde de parte aérea e de raízes de forma intermediária.

3.3 Relação massa verde/massa de raízes

Este indicador busca avaliar a melhor relação de investimentos realizado pelas variedades na formação de parte aérea e a sua acumulação nas raízes das plantas de mandioca de mesa. Assim, o equilíbrio na morfologia das plantas da parte aérea em relação ao rendimento de raízes pode ser característica importante para variedades de mandioca de mesa. Destaca-se que nestas plantas as raízes constituem o principal órgão armazenador de reservas e que é destinado a comercialização.

Neste estudo, a variedade Sempre Pronto apresentou nos dois locais, relação de parte aérea/raízes de 1,5. Isso demonstra equilíbrio morfológico entre os órgãos da planta (Figura 3).

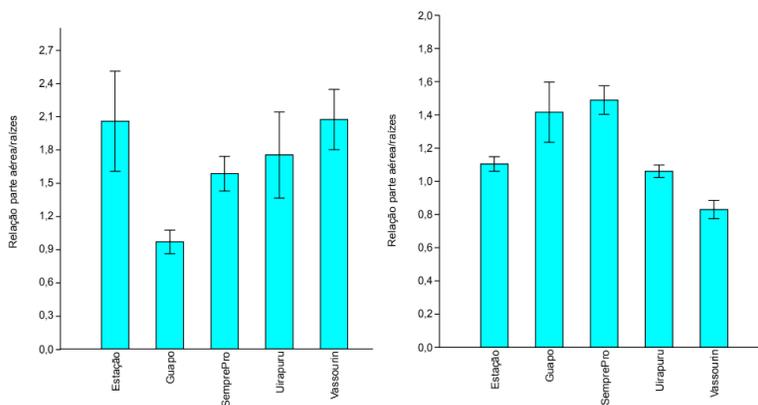


Figura 3. Relação parte aérea e raízes de plantas de mandioca de mesa cultivados na Taipa (A) e Furninhas (B) em Orleans, 2018.

4 I CONCLUSÕES

Nas condições do estudo, as cultivares SC 257 Estação EEI e SCS 262 Sempre Pronto apresentaram os melhores rendimentos de raízes de mandioca de

mesa em ambos os locais avaliados. Estas mesmas variedades também obtiveram os melhores rendimentos de massa verde de parte aérea.

Estudos locais e de ampla duração são fundamentais para a seleção de cultivares de mandioca de mesa com objetivo de obter variedades mais eficientes. Isso se deve a grande interação das variedades com as condições ambientais e de cultivo do local.

REFERÊNCIAS

Avaliação de cultivares para o estado de Santa Catarina ... – Epagri. BOLETIM TÉCNICO Nº 176. [S.l.: s.n.], 2017. Disponível em: <docweb.epagri.sc.gov.br/website_epagri/.../BT-176_Avaliacao-de-cultivares-2017-18....>. Acesso em 27 maio 2018.

BÓREM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2ª ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2005. p.969.

CASTRO, P.R. C.; KLUGE, A. R; SESTARI, I. **Manual de Fisiologia Vegetal: fisiologia de cultivos**. Piracicaba/SP: Editora Agronômica Ceres, 2008.p.869.

Farming Brasil. [S.l.: s.n.], 2015. Disponível em: <<https://sfagro.uol.com.br/epagri-apresenta-quatro-novas-cultivares-de-mandioca/>> Acesso em 30 jun 2018.

HAMMER, O., HARPER, D.A.T; RYAN, P.D. **Past: Paleontological Statistics software package for education na data analysis**. Palaeontologia Electronica, 2013, 4(1), 9 p.

IBGE. **Cidades. 2017**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em 30 agosto 2018.

LORENZI, J.O. **Mandioca**. Campinas: CATI, 2003. 116 p.,il. color. (CATI.Boletim Técnico, 245). Disponível em: <<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad...%22LORENZI.../>>. Acesso em 17 jun.2018.

LORENZI, J. O.; RAMOS, M. T. B.; MONTEIRO, D. A.; VALLE, T. L.; GODOY JÚNIOR, G. **Teor de ácido cianídrico em variedades de mandioca cultivadas em quintais do Estado de São Paulo**. Bragantia, Campinas, v. 52, n. 1, p. 1-5, 1993. Disponível em: <www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000060&pid=S0006...Ing...>. Acesso em 27 maio 2018.

Mandioca - Portal São Francisco. [S.l.: S.n.],2016. Disponível em: <<https://www.portalsaofrancisco.com.br/alimentos/mandioca>>. Acesso em 30 jun 2018.

SILVA, J. C. P. M. da.; VELOSO, M. Cr. **Mandioca na Alimentação do Bovino Leiteiro**.1ª ed. Viçosa, MG: Aprenda fácil, 2011. p.109.

CAPÍTULO 6

RESPOSTAS DE GENÓTIPOS DE CANA-ENERGIA À ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 04 /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>

Gislene Auxiliadora Ferreira

Universidade Federal de Goiás, Escola de
Agronomia
Goiânia-GO
<http://lattes.cnpq.br/3459914600778920>

Vanderli Luciano da Silva

Universidade Federal de Goiás, Escola de
Agronomia
Goiânia-GO
<http://lattes.cnpq.br/0785741351938164>

Aline Assis Cardoso

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

Raiane Ferreira de Miranda

Departamento de Ciências Agrárias, Núcleo de
Engenharia Agrícola IF Goiano
<http://lattes.cnpq.br/3819616453862747>

Mariely Moreira Borges

Universidade Federal de Goiás, Escola de
Agronomia
Goiânia-GO
<http://lattes.cnpq.br/0173181956465749>

Nívia Soares de Paiva Bonavogo

Universidade Federal de Goiás, Escola de
Agronomia
Goiânia-GO
<http://lattes.cnpq.br/7933853171502952>

Randro dos Reis Faria

Universidade Federal de Goiás, Escola de
Agronomia
Goiânia-GO
<http://lattes.cnpq.br/5711649847865409>

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da adubação orgânica em diferentes genótipos de cana energia, na cana-soca. A área experimental utilizada foi da Escola de Agronomia pertencente à Universidade Federal de Goiás, certificada como orgânica pelo IBD (certidão GO-022-001), localizada no município de Goiânia-GO. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico. Os quatro genótipos de cana-energia foram obtidos do Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-açúcar da Universidade Federal de Viçosa (PMGCA/UFV/RIDESA) e plantados em 2016. O ensaio foi conduzido em parcelas constituídas de

7,5 m² por parcela com bordaduras de 1,5m (5 metros de comprimento, espaçadas em 1,5m) com o plantio de toletes contendo três gemas em sulcos de 30 cm de profundidade, sendo colocados três toletes por metro. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com cinco repetições. Os tratamentos foram: T1- Adubação orgânica (200 m³.ha⁻¹ de biofertilizante) e T2- Testemunha (sem adubação). No manejo da adubação foi utilizado 200 m³.ha⁻¹ de esterco bovino curtido, sendo 1 parte e 2 de água, base de volume. As variáveis analisadas agrônômicas e fenotípicas foram: altura da planta, diâmetro do colmo e biomassa total. Conclui-se que os genótipos de cana-energia avaliados não são responsáveis a adubação orgânica empregada. Os genótipos com maiores desempenhos em termos de biomassa são: RB 127008 e UFPR 127004.

PALAVRAS-CHAVE: Esterco bovino, adubação orgânica, variáveis agrônômicas.

RESPONSES OF ENERGY-SUGARCANE GENOTYPES TO ORGANIC FERTILIZATION

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the effects of organic fertilization on different genotypes of energy cane in third year harvest. The experimental area used was from the School of Agronomy belonging to the Federal University of Goiás, certified as organic by IBD (certificate GO-022-001), located in the city of Goiânia-GO. The soil of the experimental area is classified as Red Latosol Distroférico. The four genotypes of energy cane were obtained from the Sugarcane Genetic Improvement Program of the Federal University of Viçosa (PMGCA / UFV / RIDESA) and planted in 2016. The trial was conducted in plots consisting of 7.5 m² per parcel with borders of 1.5 m (5 meters long, spaced 1.5 meters) with the planting of counters containing three buds in 30 cm deep grooves, with three counters being placed per meter. The experimental design was randomized blocks with five replications. The treatments were: T1- Organic fertilization (200 m³.ha⁻¹ of biofertilizer) and T2- Control (without fertilization). In the management of fertilization, 200 m³.ha⁻¹ of tanned manure was used, 1 part and 2 of water, volume base. The analyzed agronomic and phenotypic variables were: plant height, stem diameter and total biomass. It is concluded that the sugarcane genotypes evaluated are not responsible for the organic fertilization used. The genotypes with the highest performance in terms of biomass are: RB 127008 and UFPR 127004.

KEYWORDS: Bovine manure, organic fertilization, agronomic variables.

1 | INTRODUÇÃO

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, buscam-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)

retorna, 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).

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma das culturas agrícolas mais habilitadas na transformação de energia química (TEW e COBILL, 2008). No Brasil, é uma das principais alternativas para a produção de biomassa, sendo competitiva economicamente em relação a outras culturas, como capim-elefante (SILVEIRA, 2014).

A chamada “cana-energia” é a cana-de-açúcar melhorada com a finalidade específica de produzir biomassa. Esta é uma planta que, inversamente à tradicional cana-de-açúcar, melhorada para produzir sacarose, é conduzida para produzir fibra (VIOLANTE, 2012). A cana-energia é resultante do cruzamento de híbridos comerciais e ancestrais para produção de uma cana mais robusta, resistente a pragas e a variações climáticas. Em estudos recentes com a cultura, os resultados revelam grande potencial de produção de biomassa. Além de ser mais produtiva na colheita de soqueira (segundo e terceiro corte), em relação à cana-de-açúcar tradicional, e apresenta maiores produtividades que outras culturas energéticas tais como o eucalipto e o capim-elefante.

Ressalta-se que os custos de produção com os adubos orgânicos são menores em relação aos adubos minerais, sendo que o esterco de curral e a compostagem são os mais utilizados nos sistema orgânico e aplicados especialmente no sulco de plantio. Considera-se, que adubações orgânicas podem vir a se tornar ambientalmente corretas, contrariando o que recomenda a agricultura convencional, a qual leva, através de adições elevadas de nutrientes, a uma deterioração do ecossistema (PARIONA-LLANOS et al., 2010). A inserção de materiais mais rústicos, como a cana-energia, em sistemas de produção orgânica, é necessária. A utilização da biomassa desses materiais pode ser destinada para compostagem e para cobertura do solo nesses sistemas.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da adubação orgânica em diferentes genótipos de cana-energia na soqueira (3º corte).

2 I MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área experimental

O estudo foi realizado em área experimental pertencente a Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, certificada como orgânica pelo IBD (certidão GO-022-001), localizada no município de Goiânia-GO (16°35'12" S, 49°21'14"W), altitude de 730 m e temperatura média anual é de 22,9 °C. As chuvas

concentram-se nos meses de outubro a abril e a média anual de precipitação é de 1.520 mm.

O ensaio foi conduzido em parcelas constituídas de 7,5m² por parcela com bordaduras de 1,5m (5 metros de comprimento espaçadas em 1,5m) com o plantio de toletes contendo três gemas em sulcos de 30 cm de profundidade. Foram colocados três toletes por metro. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com cinco repetições.

Os tratamentos foram: T1 - Adubação orgânica (200 m³.ha⁻¹ de biofertilizante) e T2- Testemunha (sem adubação). O biofertilizante foi obtido colocando-se esterco bovino em água e deixando fermentar por 2 meses. A proporção do biofertilizante e água foi de 1:2 a base de volume. A área foi certificada como orgânica em 2015, sendo que não houve cultivos desde 1997. Não houve problemas com pragas e doenças e as plantas espontâneas foram manejadas por meio de capinas manuais. O manejo da irrigação foi realizado por meio da evapotranspiração da cana-energia ET_c, utilizando coeficiente de cultura (kc) descritos na literatura para cana-de-açúcar (DOOREMBOS e KASSAM, 1994). Foram repostos 90% da ET_c de forma manual. As variáveis climáticas foram obtidas na estação evaporimétrica da EA/UFG, distante, 300 m do local onde o experimento foi conduzido. O solo da área experimental é classificado de acordo com a Embrapa (2018), como Latossolo Vermelho Distroférico, e suas características químicas estão expressas na Tabela 1.

M.O.	V	pH	P(Mel)	K	Ca	Mg	CTC	Cu	Fe	Mn	Zn
-----%-----	CaCl ₂	-----mg dm ⁻³ ---	-----cmolc dm ⁻³ -----				----- mg dm ⁻³ -----				
2,5	50	5,5	9,5	187	3,0	0,67	7,9	0,9	25,0	23,0	3,0

Tabela 1. Atributos químicos do solo na camada de 0 – 20 cm antes da instalação do experimento (junho de 2017). Goiânia-GO, 2020.

Na Tabela 2 são apresentadas características nutricionais do esterco bovino curtido que foi aplicado no solo, antes da condução das avaliações.

	N	P	K	Ca	Mg	S
Macronutrientes	0,20	0,14	0,18	0,160	0,041	0,088
	Zn	Fe	Mn	Cu	B	
Micronutrientes	2,890	26,889	2,200	3,938	0,00	
	M.O	C/N	pH	C		
Materiais componentes	dag/kg		(H ₂ O)	dag/kg		
	5	14,77	6,8	2,95		

Tabela 2. Caracterização do esterco bovino curtido aplicado no solo. Goiânia-GO, 2020.

2.2 Genótipos de cana-energia

Os genótipos de cana-energia foram obtidos do Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-açúcar da Universidade Federal de Viçosa (PMGCA/UFV/ RIDESA) (Tabela 3), e plantados em julho de 2016 e as avaliações ocorreram em soqueira (3º corte).

Genótipos	Gen feminino	Gen masculino	Origem
UFPR 1274	RB93509	B70710	UFPR
UFPR 1230	RB93509	B70710	UFPR
UFPR 12180	CTC9	UM69-001	UFPR
UFPR127004	US74-103	RB96524	UFV

Tabela 3. Identificação dos genótipos de cana-energia. Goiânia- GO, 2020.

2.3 Avaliação do desempenho de cana-energia

As variáveis analisadas foram: altura da planta, diâmetro do colmo e biomassa total, realizadas em cinco perfilhos, escolhidos ao acaso em cada touceira. Para avaliação da altura da planta, utilizou-se uma trena e fez-se a medida da distância do solo até a lígula da primeira folha aberta.

O diâmetro do colmo foi mensurado com paquímetro digital, realizando as medidas no terço médio de cada colmo. Para obtenção da biomassa total, as amostras de folha, colmo e inflorescência foram pesadas (em balança analógica) e aferidas à quantidade de massa verde por hectare. Para obtenção da massa seca, as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Solos, seguindo o procedimento de secagem em estufa com ventilação forçada de ar a uma temperatura média de 70° C, por 72 horas. Posteriormente, as amostras foram pesadas e foi aferida a quantidade de massa seca por hectare.

2.4 Análise dos dados

Para as características avaliadas, os dados foram interpretados através da análise de variância e as médias comparadas utilizando-se o teste de Tukey, adotando-se o nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 1995).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que houve diferença significativa para altura da planta e biomassa total (Tabela 4).

	Quadrado	Médio	
Fonte de Variação	AP	DC	BT
Genótipo (G)	0.49*	63.20	1655.61*
Tratamento(T)	0.03	8.76	57.35
G x T	0.31	16.96	96.35
CV (%)	15.93	13.16	30.62

Tabela 4. Resumo das análises individuais de variância para os efeitos de Genótipos (G) sobre altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC) e biomassa total (BT). Goiânia-GO, 2020. ns = não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; * e ** significativo a 5 e a 1% de probabilidade respectivamente pelo teste F.

No presente estudo, para altura das plantas, o genótipo RB 127004 apresentou o maior valor, diferindo estatisticamente dos demais genótipos avaliados (Tabela 5). De acordo com Diola e Santos (2010), o crescimento em altura depende da responsividade de cada genótipo às diferentes condições ambientais.

Genótipos	Variáveis		
	AP (m)	DC (mm)	BT (t/ha ⁻¹)
RB 127008	1.48 b	24.53 a	57.96 ab
RB 127004	2.11 a	25.95 a	60.55 a
UFPR 1274	1.56 b	18.86 b	35.58 bc
UFPR 12180	1.60 b	25.25 a	26.85 c
Média	1.69	23.66	45.23

Tabela 5. Valores médios dos genótipos de cana-energia sobre altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC) e biomassa total (BT). Goiânia-GO, 2020.

Para cana-energia, na avaliação do diâmetro do colmo, o genótipo UFPR 1274 apresentou o menor valor, diferindo estatisticamente dos demais genótipos. O diâmetro do colmo em genótipos de cana-energia é fortemente influenciado por fatores genéticos. Em estudo realizado por Violante (2012), com híbridos de cana-energia, os valores observados de diâmetro variaram de 11,95 a 20,3 mm. Os dados do presente estudo são superiores, variando de 18,86 a 25,95 mm.

Em relação à biomassa total, o genótipo RB 127004 apresentou o maior valor e diferiram dos genótipos UFPR 1274 e UFPR 12180. Os resultados podem estar relacionados à descendência do genótipo (*Saccharum* spp.), que são direcionadas para a produção exclusiva de biomassa.

Em estudo realizado por Guimarães (2015), aos quatro meses após o plantio da cana, houve efeito linear positivo do esterco bovino sobre altura da planta e diâmetro do colmo. Para cana-energia, o esterco bovino não diferiu estatisticamente da testemunha para as variáveis avaliadas (Tabela 6). Ressalta-se que estudos com cana-energia são escassos, principalmente voltados à adubação.

Tratamentos	Variáveis		
	AP (m)	DC (mm)	BT (t/ha ⁻¹)
Adubação orgânica	1.67 a	24.263 a	43.69 a
Testemunha	1.70 a	23.95 a	43.78 a

Tabela 6. Valores médios dos tratamentos sobre altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC) e biomassa total (BT). Goiânia-GO, 2020.

A melhoria no desenvolvimento da cultura com a aplicação de adubação precisa ainda ser melhor estudada, em diferentes variedades e manejos.

4 | CONCLUSÕES

Os genótipos de cana-energia avaliados não são responsíveis a adubação orgânica empregada.

Os genótipos com maiores desempenhos em termos de biomassa são: RB 127008 e UFPR 127004.

REFERÊNCIAS

DIOLA, V.; SANTOS, F. Fisiologia. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool: tecnologias e perspectivas**. Viçosa: Editora UFV. p.25-49, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5 ed. Brasília, 2018. 355 p.

GUIMARÃES, G. **Cama de frango e esterco bovino na produção de cana-de-açúcar**. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG, 2015.

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: UFV, v.1. p 487-517, 2012.

PARIONA-LLANOS, R.; FERRARA, F. I. S.; GONZALES, H. H. S.; BARBOSA, H. R. **Influence of organic fertilization on the number of culturable diazotrophic endophytic bacteria isolated from sugarcane**. European Journal of Soil Biology, v. 46, n.1, p.387-393, 2010.

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

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.

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.

CAPÍTULO 7

PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERES MORFOLÓGICOS EM GENÓTIPOS DE *Capsicum annum* L.

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 20/07/2020

Maria Eduarda da Silva Guimarães

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa-MG
<https://orcid.org/0000-0001-8207-2355>

Ana Carolina Ribeiro de Oliveira

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa-MG
<https://orcid.org/0000-0001-8262-8667>

Ana Izabella Freire

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa-MG
<https://orcid.org/0000-0002-8442-9183>

Ariana Mota Pereira

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa-MG
<https://orcid.org/0000-0003-4033-8156>

Dreice Nascimento Gonçalves

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa-MG
<https://orcid.org/0000-0003-3896-6890>

Françoise Dalprá Dariva

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa-MG
<https://orcid.org/0000-0002-4259-5212>

Paula Cristina Carvalho Lima

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa-MG
<https://orcid.org/0000-0003-3752-6842>

Abelardo Barreto de Mendonça Neto

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa-MG
<http://lattes.cnpq.br/9495584807075845>

Renata Ranielly Pedroza Cruz

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa-MG
<http://lattes.cnpq.br/6911139938057196>

Mateus de Paula Gomes

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa-MG
<http://lattes.cnpq.br/331162337156057>

Luciana Gomes Soares

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa-MG
<http://lattes.cnpq.br/6797697110902044>

Fernando Luiz Finger

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa-MG
<https://orcid.org/0000-0002-4046-9634>

RESUMO: Pimenteiras da espécie *Capsicum annum* são as mais indicadas para uso na ornamentação, por apresentarem caracteres que conferem valor estético, por serem de fácil cultivo e pela boa adaptabilidade em vaso. Ainda, no Brasil poucas variedades comerciais são destinadas a esse fim. O estudo de caracteres morfológicos de genótipos está diretamente ligado à utilização destes materiais em programas de melhoramento genético. O objetivo do presente estudo foi estimar e estudar os parâmetros genéticos de caracteres

morfológicos em genótipos de *Capsicum annuum*, com potencial para ornamentação. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Viçosa, em delineamento experimental inteiramente casualizado, que consistiu em 29 tratamentos (genótipos) e cinco repetições. Foram avaliadas sete características de fruto e planta. Expressiva variabilidade genética foi verificada para todos os caracteres, indicado possibilidade de ganhos por seleção.

PALAVRAS-CHAVE: Descritores quantitativos, pimenteiras ornamentais, variabilidade genética.

GENETIC PARAMETERS OF MORPHOLOGICAL CHARACTERS IN *Capsicum annuum* L. GENOTYPES

ABSTRACT: *Capsicum annuum* is one of the most used species in pot planting for ornamental purposes, for presenting characters that confer aesthetic value, for being easy to cultivate and for good adaptability in pot. However, in Brazil few commercial varieties are used for this purpose. The study of morphological characters of genotypes is directly linked to the use of these materials in breeding programs. The aim of the present study was to estimate and study the genetic parameters of morphological traits in *Capsicum annuum* genotypes, with potential for ornamentation. The experiment was conducted at the Federal University of Viçosa, in a completely randomized design, and consisted of 29 treatments (genotypes) and five replications. Seven fruit and plant characteristics were evaluated. Expressive genetic variability was verified for all characters, indicating the possibility of gains by selection.

KEYWORDS: Genetic variability, ornamental peppers, quantitative descriptors.

1 | INTRODUÇÃO

Pimenteiras destacam-se pelo seu uso diversificado. Elas são amplamente empregadas na indústria de alimentos como matéria prima na confecção de corantes, aromatizantes, oleorresinas, condimentos, molhos e temperos. Sendo também muito valorizadas na culinária, farmacologia, odontologia e medicina. Seus frutos são fonte de compostos vitamínicos e antioxidantes naturais tal qual vitamina C, vitamina E, vitaminas do complexo B e carotenóides (PINTO et al., 2013).

Além da importância na alimentação, as pimentas apresentam grande potencial para ornamentação devido a um conjunto de caracteres de alto valor estético como, arquitetura da planta; porte reduzido; formato, coloração, posição e quantidade de frutos produzidos; facilidade de cultivo; durabilidade dos frutos e a capacidade de crescer em recipientes como planta perene (NEITZKE et al., 2010).

A demanda por pimentas ornamentais em vaso cresceu tanto nos mercados nacionais como internacionais. *Capsicum annuum* é uma das espécies mais utilizada no plantio em vaso com fins ornamentais, devido ao pequeno porte e a grande variabilidade de formas e cores dos frutos (FINGER et al., 2015). Apesar da grande variabilidade existente, poucas variedades comerciais são destinadas

à ornamentação no país. A diversidade do gênero, associada às poucas pimentas ornamentais disponíveis no mercado, estimulou programas de melhoramento de pimenta em busca de plantas com maior potencial para ornamentação (COSTA et al., 2019).

A caracterização morfológica de genótipos permite avaliar a existência de variabilidade, que é premissa básica para obtenção de ganhos com a seleção. Neste sentido, as estimativas de parâmetros genéticos são um importante instrumento para os melhoristas de plantas (CARDOSO et al., 2018), pois representam importante informação na avaliação de caracteres e seleção de genitores. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi estimar parâmetros genéticos para caracterização da estrutura genética de genótipos de *Capsicum annuum*, para fins ornamentais.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (DFT/UFV). Foram utilizados 29 genótipos da espécie *Capsicum annuum* (Tabela 1), selecionados pelo potencial de ornamentação.

Nº dos acessos	Nome comum	Origem
1	NuMex Big Jim 1	Novo México
2	NuMex Big Jim 2	Novo México
3	NuMex Conquistador 1	Novo México
4	NuMex Conquistador 2	Novo México
5	NuMex Espanola Improved 1	Novo México
6	NuMex Espanola Improved 2	Novo México
7	NuMex Joe E Parker 1	Novo México
8	NuMex Joe E Parker 2	Novo México
9	NuMex Mirasol 1	Novo México
10	NuMex Mirasol 2	Novo México
11	NuMex New México 6-4 1	Novo México
12	NuMex New México 6-4 2	Novo México
13	NuMex Sandia 1	Novo México
14	NuMex Sandia 2	Novo México
15	NuMex Sweet 1	Novo México
16	BGH 1039	BAG-UFV
17	BGH 7073	BAG-UFV
18	MG 302	BAG-UFV
19	Calypso	Comercial

20	Cayenne	Comercial
21	Guaraci Cumari do Pará	Comercial
22	Jamaica Red	Comercial
23	Jamaica Yellow	Comercial
24	Peter	Comercial
25	Pimenta Doce Italiana	Comercial
26	Pimenta Doce Comprida	Comercial
27	Pimenta Amarela Comprida	Comercial
28	Picante para vaso	Comercial
29	Vulcão	Comercial

Tabela 1. Lista dos 29 genótipos de *Capsicum annuum* avaliados. BAG-UFV – Banco de germoplasma da Universidade Federal de Viçosa.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, utilizando 29 tratamentos (genótipos) e cinco repetições, sendo a unidade experimental constituída por uma planta por vaso.

A semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno, de 120 células, contendo substrato comercial. As plântulas com quatro pares de folhas definitivas foram transplantadas em vasos de 800 ml e após uma semana foi realizado o desbaste. Tratos culturais como irrigação, adubação, controle de plantas daninhas foram realizados sempre que houve necessidade.

Para a caracterização morfológica dos genótipos, foi levado em conta o potencial ornamental associado a caracteres de interesse para consumo, considerando que pimenteiros podem ter dupla finalidade. Foram tomados como base os descritores estabelecidos pelo *Internacional Plant Genetic Resources Institute* para o gênero *Capsicum* (IPGRI, 1995).

Foram avaliadas sete variáveis quantitativas, de fruto e planta: PFR - peso do fruto (gramas); CFR - comprimento do fruto (mm); DFR - diâmetro do fruto (mm); ALP - Altura de planta (cm); DCO - diâmetro de copa (cm); LCA - longitude do caule (cm) e DCA - diâmetro do caule (mm). As medidas referentes foram aferidas com o uso de paquímetro digital, e, os dados de peso foram tomados em balança analítica.

A análise estatística foi processada utilizando o programa SELEGEN-REM/BLUP (RESENDE, 2007). Foi usado o modelo misto para o delineamento inteiramente ao acaso (Modelo 83):

$$y = Xu + Zg + e$$

Em que:

y é o vetor de dados;

u é o escalar referente à média geral (efeito fixo);

g é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios);

e é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios).

As letras maiúsculas, X e Z, representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeitos significativos de genótipo ($p < 0,01$) foram detectados pela análise de desvios para todas as características morfoagronômicas (Tabela 2).

Componentes genéticos	Características						
	PFR	CFR	DFR	ALP	DCO	LCA	DCA
h^2_g	0,86	0,87	0,90	0,54	0,52	0,62	0,63
Acurácia	0,93	0,93	0,95	0,74	0,72	0,79	0,79
CV_{g_i} %	83,79	53,55	41,87	19,51	15,87	28,19	10,32
CV_e %	33,91	20,89	13,57	17,87	15,11	21,92	7,96
CVr	2,47	2,56	3,08	1,09	1,05	1,30	1,29
Média geral	15,28*	71,64*	22,24*	55,61*	38,49*	28,42*	5,91*

Tabela 2. Estimativas de parâmetros genéticos para sete características, de fruto e planta, de pimenteiras. $h^2_g = h^2$: herdabilidade de parcelas individuais no sentido amplo, ou seja, dos efeitos genotípicos totais, CV_{g_i} %: coeficiente de variação genotípica, CV_e %: coeficiente de variação residual, $CVr = CV_{g_i}/CV_e$: coeficiente de variação relativa. PFR-peso do fruto (gramas); CFR-comprimento do fruto (mm); DFR-diâmetro do fruto (mm); ALP-Altura de planta (cm); DCO-diâmetro de copa (cm); LCA-longitude do caule (cm); DCA-diâmetro do caule (mm).

Os resultados indicam variabilidade genética elevada entre os 29 genótipos de *C. annuum*, permitindo a exploração dessa variabilidade nos programas de melhoramento de pimenteiras. O conhecimento sobre a variabilidade da população permite a seleção de genótipos superiores e conseqüentemente o aumento da frequência alélica favorável (GONÇALVES et al., 2008).

As estimativas de herdabilidade foram superiores a 60%, exceto para ALT e DCO. Os caracteres PFR, CFR e DFR apresentaram altos valores de herdabilidade - 86%, 87% e 90%, respectivamente. Altos valores de herdabilidade indicam que a maior parte da diversidade fenotípica observada é de origem genética (FORTUNATO et al., 2015). Rosmaina et al. (2016), ao avaliarem caracteres morfoagronômicos em 16 genótipos de pimenta, obtiveram estimativas de herdabilidade em sentido amplo variando de 54,35% para diâmetro de caule a 99,63% para comprimento do fruto. Os autores observaram valores muito altos de herdabilidade (>80%) para altura de planta, comprimento do caule, largura de

copa, comprimento, diâmetro e peso do fruto.

Resultados semelhantes foram obtidos por Neto et al. (2014), ao analisarem 10 caracteres morfoagronômicos de uma população base de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annum* L.). Altos valores de herdabilidade foram encontrados para altura da planta (92,87%), diâmetro da copa (96,14%), comprimento do caule (94,05%), diâmetro de caule (99,49%) e comprimento da corola (85,61%).

Valores de acurácia oscilaram entre 0,72 (DCO) e 0,95 (DFR) o que indica elevada variabilidade genética e possibilidade de sucesso na seleção. A acurácia seletiva reflete a qualidade das informações e dos procedimentos utilizados na predição dos valores genéticos. Quanto maior o valor da acurácia do genótipo, maior é a confiança na avaliação e no valor genético predito do indivíduo (PIMENTEL et al., 2014). Moreira et al. (2018), observaram que caracteres de frutos de *C. chinense* apresentaram herdabilidade variando de 0,31 (teor de sólidos solúveis) a 0,90 (diâmetro do fruto) e acurácia seletiva acima de 70%, para a maioria das características.

Foi observada variabilidade genética expressiva entre os genótipos estudados, em particular, a característica PFR apresentou alto CV_{gi} (83,79%). Este coeficiente quantifica a magnitude da variação genética disponível na seleção, em que altos valores são desejáveis. A variabilidade é condição precípua no estabelecimento de qualquer programa de melhoramento genético, todavia, a eficiência da seleção de genótipos superiores irá depender de parâmetros genéticos e ambientais relacionados aos caracteres de interesse (BLIND et al., 2018).

A relação entre o coeficiente de variação genético e ambiental (CV_r) foi superior a 1 para as características. Demonstrando que as causas genéticas atuam em maior proporção que as ambientais sobre estas características (CRUZ et al., 2012). Nascimento et al. (2012), ao avaliaram 11 características morfoagronômicas quantitativas de 55 genótipos de *C. annum*, observaram valores de CV_e entre 3,30% (largura da copa) e 86,81% (comprimento da folha), de CV_g entre 8,35% (comprimento da corola) e 28,65% (diâmetro do caule), e valores de CV_r , em sua maioria, acima de 1. Rêgo et al. (2011), em estudo com *Capsicum baccatum* encontraram valores de CV_g/CV_e acima de 1 para todas as características avaliadas. Altos coeficientes de variação genética e herdabilidade são os principais requisitos para o ganho genético e maior resposta a seleção de indivíduos (FALCONER e MACKAY, 1996).

4 | CONCLUSÃO

Existe variabilidade genética entre os genótipos avaliados, permitindo a seleção de genótipos divergentes com potencial uso em programas de melhoramento

de *Capsicum annuum*, visando a obtenção de pimenteiras ornamentais de vaso.

REFERÊNCIAS

- BLIND, A. D.; VALENTE, M. S. F.; LOPES, M. T. G.; RESENDE, M. D. V. **Estimativa de parâmetros genéticos, análise de trilha e seleção em bucha vegetal para caracteres agrônômicos**. Revista Brasileira de Ciência Agrárias, Recife, v. 13, n. 2, p. 1-8, 2018.
- CARDOSO, P. M. R.; DIAS, L. A. D. S.; RESENDE, M. D. V. D.; FREITAS, R. G. D.; CORRÊA, T. R.; MUNIZ, D. R.; ZAIDAN, I. R. **Genetic evaluation and selection in *Jatropha curcas* L.** Crop Breeding and Applied Biotechnology, Viçosa, v. 18, n. 2, p. 192-199, 2018.
- COSTA, G.; NASCIMENTO, D.; SILVA, B.; LOPES, Â. C. D. A.; CARVALHO, L. C. B.; GOMES, R. L. F. **Selection of pepper accessions with ornamental potential**. Revista Caatinga, Mossoró, v. 32, n. 2, p. 566-574, 2019.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2012, 514 p.
- FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. 4. ed. Edinburgh: Longman Group Limited, 1996, 464 p.
- FINGER, F. L.; SILVA, T. P. D.; SEGATTO, F. B.; BARBOSA, J. G. **Inhibition of ethylene response by 1-methylcyclopropene in potted ornamental pepper**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 45, n. 6, p. 964-969, 2015.
- FORTUNATO, F. L. G.; RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; PEREIRA DOS SANTOS, C. A.; CRAVALHO, M. G. **Heritability and Genetic Parameters for Size-Related Traits in Ornamental Pepper (*Capsicum annuum* L.)**. Acta Horticulturae, Korbek-Lo, v. 1087, p. 201-206, 2015.
- GONÇALVES, L. S.; RODRIGUES, R.; AMARAL JUNIOR, A. T.; KARASAWA, M. **Comparison of multivariate statistical algorithms to cluster tomato heirloom accessions**. Genetics and Molecular Research, Ribeirão Preto, v. 7, n. 4, p. 1289-1297, 2008.
- IPGRI. **Descritores para Capsicum (Capsicum spp)**. Roma: IPGRI, 1995. 51 p.
- MOREIRA, A. F. P.; RUAS, P. M.; RUAS, C. F.; BABA, V. Y.; GIORDANI, W.; ARRUDA, I. M.; GONÇALVES, L. S. A. **Genetic diversity, population structure and genetic parameters of fruit traits in *Capsicum chinense***. Scientia Horticulturae, Netherlands, v. 236, p. 1-9, 2018.
- NASCIMENTO, N. F. F.; RÊGO, E. R.; NASCIMENTO, M. F.; FINGER, F. L.; BRUCKNER, C. H.; SILVA NETO, J. J.; RÊGO, M. M. **Heritability and variability of morphological traits in a segregating generation of ornamental pepper**. Acta Horticulturae, Korbek-Lo v. 953, p. 299-304, 2012.
- NEITZKE, R. S.; BARBIERI, R. L.; RODRIGUES, W. F.; CORREA, I. V.; CARVALHO, F. I. F. **Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 28, n. 1, p. 47-53, 2010.

NETO, J. J. S.; RÊGO, E. R.; NASCIMENTO, M. F.; SILVA FILHO, V. A. L.; ALMEIDA NETO, J. X.; RÊGO, M. M. **Variabilidade em população base de pimenteiros ornamentais (*Capsicum annuum* L.)**. Revista Ceres, Viçosa, v. 61, n. 1, p. 084-089, 2014.

PIMENTEL, A. J. B.; GUIMARÃES, J. F. R.; DE SOUZA, M. A.; DE RESENDE, M. D. V.; MOURA, L. M.; RIBEIRO, G. **Estimação de parâmetros genéticos e predição de valor genético aditivo de trigo utilizando modelos mistos**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 49, n. 11, p. 882-890, 2014.

PINTO, C. M. F.; PINTO, C. L. O.; DONZELES, S. M. **Pimenta *Capsicum*: propriedades químicas, nutricionais, farmacológicas e medicinais e seu potencial para o agronegócio**. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS), Viçosa, v. 3, n. 2, p. 108-120, 2013.

RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; CRUZ, C.D.; FINGER, F.L.; CASALI, V.W.D. **Phenotypic diversity, correlation and importance of variables for fruit quality and yield traits in brazilia peppers (*Capsicum baccatum*)**. Genetic Resources and Crop Evolution, Netherlands, v. 58, n. 6, p. 909-918, 2011.

RESENDE, M. D. V. **Selegen-REML/BLUP: Sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 359 p.

ROSMAINA, H.; SYAFRUDIN, F.; HASROL, T. H.; YANTI, F.; JULIYANTI, K. H.; ZULFAHMI, K. F. **Estimation of variability, heritability and genetic advance among local chili pepper genotypes cultivated in peat lands**. Bulgarian Journal of Agricultural Science, Bulgaria, v. 22, n. 2, p. 431-436, 2016.

CAPÍTULO 8

TENDÊNCIAS CLIMÁTICAS NAS SÉRIES TEMPORAIS DO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA-RS

Data de aceite: 01/10/2020

Izabele Brandão Krueel

<http://lattes.cnpq.br/8289653792725517>

Sandro Luis Petter Medeiros

<http://lattes.cnpq.br/3944438250614221>

<https://orcid.org/0000-0003-2603-480X>

RESUMO: A alteração temporal do clima é uma característica a ser discutida, pois o estudo nas mais diferentes escalas permite compreender como era o clima terrestre no passado e como é no presente, além de permitir, a partir de modelos, simular situações de clima no futuro. Com isso, o objetivo deste trabalho foi verificar a ocorrência de tendência climática nas séries temporais de temperaturas do ar e precipitação. Os dados do município de Santa Maria foram obtidos a partir da estação meteorológica da UFSM e do INMET, foram utilizados modelos não estacionários baseados na distribuição geral dos valores extremos (GEV) com parâmetros estimados em função da covariável tempo. A distribuição GEV foi empregada em suas formas estacionária e não estacionária com parâmetros estimados por meio do método da máxima verossimilhança. Os testes Lilliefors e Anderson-Darling, os gráficos quantil-quantil e o critério de informação da Akaike foram utilizados para verificar o ajuste da GEV aos dados. Todos os métodos estatísticos foram conduzidos ao nível de 5% de significância. A GEV foi ajustada para todas as séries estudadas sendo que a adoção de modelos GEV não estacionários resultou em

melhor ajuste da descrição probabilística da série climática de temperatura máxima do ar.

PALAVRAS-CHAVE: Distribuição geral dos valores extremos, mudança climática, testes de aderências.

CLIMATE TRENDS IN THE TEMPORARY SERIES IN SANTA MARIA-RS CITY

ABSTRACT: The climate change is a characteristic to be discussed, because the study in the most different scales allows to understand what was the terrestrial climate in the past and how it is in the present, besides allowing, from models, to simulate future climate situations. Thus, the objective of this work was to verify the occurrence of climatic tendency in the time series of air temperatures and precipitation. Data from Santa Maria municipality were obtained from the UFSM and INMET weather stations. Non-stationary models were used based on the general distribution of extreme values (GEV) with parameters estimated as a function of the covariate time. The GEV distribution was employed in its stationary and non-stationary forms with parameters estimated by the maximum likelihood method. Lilliefors and Anderson-Darling tests, quantile-quantile plots, and Akaike information criteria were used to verify GEV fit to the data. All statistical methods were conducted at the 5% significance level. The GEV was adjusted for all series studied and the adoption of non-stationary GEV models resulted in a better fit of the probabilistic description of the climatic series of maximum air temperature.

KEYWORDS: Generalized extreme value,

climate change, adhesion tests.

1 | INTRODUÇÃO

As projeções climáticas até o ano de 2013 sugerem que tanto a frequência quanto a intensidade dos extremos climáticos serão substancialmente modificadas ao longo das próximas décadas. Como consequência, há necessidade de entender em que medida e por quais caminhos os extremos climáticos afetam o estado e a funcionalidade dos ecossistemas terrestres e os ciclos biogeoquímicos associados em escala global (ZSCHEISCHLER et al., 2013). Até o fim do século XXI, de acordo com os modelos climáticos globais apresentados pelo IPCC, a temperatura global pode aumentar entre 1,4 e 5,8°C, o que representaria um aquecimento ainda mais acentuado do que observado no século 20 (MARCOTT et al., 2013).

A alteração temporal do clima é uma característica que deve ser discutida, pois o seu estudo nas mais diferentes escalas cronológicas permite compreender como era o clima terrestre no passado e como o é no presente além de permitir, a partir de modelos, simular situações de clima no futuro (PEREIRA; ANGELOCCI e SENTELHAS, 2002).

A Teoria de Valores Extremos (TVE) é fundamental para os estudos de valores máximos de precipitação pluvial, temperatura máxima e mínima do ar a fim de estimar a probabilidade de ocorrência desses eventos (BLAIN e MORAES, 2011). As premissas dessa teoria são descritas em Fisher e Tippett (1928), em que são definidos três casos particulares da distribuição generalizada de valores extremos (GEV e JENKINSON, 1955) conhecidos como Gumbel (tipo I), Fréchet (tipo II) e Weibull (tipo III) (GUMBEL, 1958). Um problema que surge na prática é a decisão da escolha de qual tipo, I, II ou III, é o mais adequado à amostra sob investigação, sugerindo, como alternativa, a utilização da GEV (RAYNALL, 1997). Segundo Nadarajah e Choi (2007), a GEV possui toda a flexibilidade contida em seus casos particulares.

A Teoria de Valores Extremos, portanto, concentra-se em classes especiais de distribuições de probabilidade. As distribuições do tipo GEV incluem as distribuições de Gumbel, de Fréchet e de Weibull, e as distribuições DGP, como a Exponencial, a Pareto e a Beta. Na forma padronizada, a GEV e a DGP dependem apenas de um parâmetro, chamado de índice de cauda (ARRAES e ROCHA, 2006).

A GEV tem sido aplicada em trabalhos com valores extremos de velocidade do vento (BAUTISTA et al., 2004), análises de frequências, tanto para séries de picos anuais de enchentes quanto para precipitações máximas anuais (HAKTANIR; COBANER e KISI, 2010; BEIJO e AVELAR, 2012), na hidrologia para analisar a frequência de fluidos e em finanças para calcular o valor em risco de retornos, perdas

ou ganhos extremos (GUEVARA OTINIANO e TEIXEIRA, 2014), e nos extremos de temperaturas (BLAIN, 2011b; KRUEL et al., 2015; REIS; BEIJO e AVELAR, 2017).

O objetivo do presente trabalho foi detectar tendências climáticas nas séries de valores diários extremos de precipitação pluvial, temperatura máxima e mínima do ar, observados em escala anual do município de Santa Maria-RS, e incorporar essa possível alteração de ordem climática nas estimativas das probabilidades de ocorrência desses eventos extremos.

2 I MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os dados históricos disponíveis pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) para o município de Santa Maria - RS, para as variáveis temperatura mínima e máxima do ar iniciam no ano de 1910 até o ano de 2015 e a série de precipitação disponível pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) iniciam em 1961 até 2015.

No dia 16 de abril de 1984 foi registrado o acumulado diário de precipitação de 183,9 mm e 180,8 mm no dia 8 de outubro de 2015. As maiores temperaturas registradas marcaram os 41°C nos dias 19 de janeiro e 29 de dezembro de 1917, 16 de janeiro de 1943 e 13 de fevereiro de 1958 e 41,2°C no dia 12 de janeiro de 1914. Quanto a temperatura mínima, as menores registradas foram de -2,5° em 30 de junho de 1996, -2,6°C nos dias 8 de junho de 1915, 17 de junho de 1971 e -2,9°C em 14 de julho de 2000.

As séries de valores extremos foram compostas por meio da abordagem em máximos blocos nesta o máximo valor diário observado em cada bloco (ano) foi utilizado para compor as séries anuais de temperatura máxima e precipitação. Para as séries anuais de temperatura mínima do ar foram utilizados os menores valores observados em cada ano e uma transformação nos dados fez-se necessário: as variáveis x da amostra foram transformadas em $-x$ e, conseqüentemente o parâmetro μ em $-\mu$ (MESCHIATTI, 2016).

Segundo COLES (2001), a análise de valores extremos visa quantificar a variabilidade estocástica de um processo aleatório considerando valores elevados e pouco usuais. A função GEV estacionária pode ser descrita por:

$$f(M) = \frac{1}{\sigma} \left[1 + \frac{\xi(M - \mu)}{\sigma} \right]^{-\frac{1}{\xi}} \exp \left\{ - \left[1 + \frac{\xi(M - \mu)}{\sigma} \right]^{\frac{1}{\xi}} \right\} \text{ se } 1 + \frac{\xi(M - \mu)}{\sigma} > 0 \quad [1]$$

em que:

μ é o parâmetro de localização;

σ é o parâmetro de escala e;

ξ é o parâmetro de forma.

Conforme descrito em Coles (2001), Furió e Meneu (2011), e Blain (2011), um modelo GEV não estacionário com parâmetros estimados em função da covariável tempo (t) pode ser descrito pela função densidade de probabilidade apresentado na equação 1.

A fim de incorporar a possível presença de tendências climáticas na modelagem estocástica da probabilidade de ocorrência das variáveis precipitação (Pre), temperatura máxima do ar (Tmax) e temperatura mínima do ar (Tmin) são propostos os seguintes modelos baseados na equação 1:

Modelo 1: $GEV(\mu_t = \mu, \sigma_t = \sigma, \xi_t = \xi)$ – Estacionário. Equivalente à equação 1;

Modelo 2: $GEV(\mu_t = \mu_o + \beta t, \sigma_t = \sigma, \xi_t = \xi)$ – Modelo homocedástico; β é a taxa de alteração do parâmetro de localização;

Modelo 3: $GEV(\mu_t = \mu'_o + \beta t, \sigma_t = \exp(\sigma_o + \alpha t), \xi_t = \xi)$ – A função exponencial é utilizada a fim de garantir que o parâmetro de escala (relativo à dispersão da distribuição) sempre apresente valores positivos. Esse modelo descreve alterações temporais tanto nas medidas de posição, quanto nas de dispersão das distribuições;

Modelo 4: $GEV(\mu_t = \mu''_o + \beta t, \sigma'_t = \exp(\sigma'_o + \alpha t), \xi_t = \xi_o + \delta t)$.

É importante enfatizar que o modelo 1 pode ser visto como um caso particular do modelo 2. Por analogia, os modelos 1 e 2 são casos particulares do modelo 3 que, por sua vez, é um caso particular do modelo 4.

O método da Máxima Verossimilhança (MV) foi adotado para estimar os valores dos parâmetros μ , σ , ξ dos modelos 1, 2, 3 e 4 da distribuição geral dos valores extremos (GEV) e o método numérico de Nelder-Mead (COLES, 2001).

Quando as condições de regularidade não foram atingidas levando a obtenção de valores de ξ fisicamente irreais ou a não estimativa do intervalo de confiança dos parâmetros, optou-se por descartar o modelo. Ressalta-se que de acordo com Coles (2001), quando $\xi > -0,5$, os estimadores de máxima verossimilhança são regulares, no sentido de ter as propriedades assintóticas usuais; quando $-1 < \xi < -0,5$, os estimadores da máxima verossimilhança são geralmente obtidos, mas não têm as propriedades assintóticas padrão; quando $\xi < -1$, os estimadores da máxima verossimilhança não podem ser obtidos. Os modelos que apresentarem parâmetro de cauda inferior a -1 serão descartados. A determinação dos erros padrão associados às estimativas dos parâmetros da GEV foi realizada, conforme descrito em Coles (2001), com base na matriz variância-covariância e, considerando-se a normalidade (aproximada) das estimativas de máxima verossimilhança.

A avaliação do ajuste da GEV inicialmente foi baseada nos testes de aderência de Komolgorov-Smirnov/Lilliefors, Anderson-Darling e Anderson-Darling modificado. Os testes foram aplicados em todos os 4 modelos anteriormente descritos. O teste de Lilliefors compara a função de distribuição cumulativa empírica

e a teórica (LILLIEFORS, 1969).

$$L = \max_x |F^*(x) - F_n(x)| \quad [2]$$

Em que $F^*(x)$ é a função de distribuição empírica e $F_n(x)$ é a função de distribuição teórica.

Esse procedimento adotou a geração de $N_s = 10000$ amostras sintéticas oriundas de simulações baseadas na função GEV e utilizando-se o método de geração por inversão de números aleatórios distribuídos de forma não uniforme. Descrições mais detalhadas sobre o método Lilliefors são dadas em Wilks (2011).

Em relação à estatística de valores extremos, o teste de Anderson-Darling (AD; ANDERSON e DARLING, 1952) é baseado tanto na soma dos quadrados das diferenças entre as distribuições teóricas e empíricas quanto em uma função de ponderação (*weight function* [$\Psi(\cdot)$]) que dá ênfase às discrepâncias em ambos os extremos (caudas) das respectivas curvas (SHIN et al., 2012). Ressalta-se que essa última característica não pode ser observada no algoritmo do Lilliefors. Conforme descrito em Shin et al. (2012), quando [$\Psi(\cdot)$]=1, Q_n torna-se equivalente ao teste de Cramer Von Mises. O teste de AD é obtido para $\Psi(\cdot) = \{G(\cdot)[1-G(\cdot)]\}^{-1}$. Essa última forma de cálculo de $\Psi(\cdot)$ resulta em um teste mais rigoroso por enfatizar as diferenças nas caudas das distribuições (SHIN et al., 2012).

Entretanto, o teste AD pondera de forma similar ambas as caudas (superior e inferior) das distribuições. Nesse aspecto, ressalta-se que enquanto o estudo dos valores extremos de Pre e de Tmax é focado nas caudas superiores das curvas de probabilidade, o estudo dos valores extremos (inferiores) de Tmin é direcionado às caudas inferiores das funções de probabilidade. Em ambos os casos, a utilização de uma função $\Psi(\cdot)$ capaz de enfatizar, separadamente, as discrepâncias nas caudas inferiores e superiores torna-se uma opção relevante (SHIN et al., 2012).

A segunda etapa de seleção dos modelos foi realizada por meio da aplicação do critério de informação de Akaike que conforme o trabalho de Felici et al. (2007), foram selecionados apenas os modelos que obtiveram $\Delta(\cdot) \leq 2$.

O teste da razão da verossimilhança foi aplicado a fim de verificar se existia diferença significativa entre os modelos, sendo que o modelo 4 neste estudo é o modelo mais geral, com o maior número de parâmetros e, todavia, o modelo 1 é um caso particular do modelo 2, que são casos particulares do modelo 3 e do modelo 4. Com isso, os valores de p iguais ou inferiores a 0,05 foram vistos como indicação de que o M2 é melhor que o M1; M3 é melhor que o M2; M3 é melhor que o M4; M4 é melhor que o M1.

A fim de auxiliar a avaliação de desempenho da GEV, foram utilizados os gráficos Quantil-Quantil (QQ). Estes, que podem ser considerados métodos qualitativos de verificação de ajustes paramétricos (WILKS, 2006), tem a capacidade

de comparar as distribuições cumulativas empíricas e teóricas em termos dimensionais (relativos à unidade da variável em análise) (WILKS, 2011). Dessa forma, no presente estudo, os mesmos foram ilustrados considerando-se no eixo das abscissas os valores observados de Pre, Tmax ou Tmin e no das ordenadas, os respectivos valores estimados com base na GEV. Conceitualmente, um ajuste perfeito apresentaria um gráfico QQ com todos os pontos cartesianos recaindo sobre a reta 1:1.

Contudo, deve-se ressaltar que a correta elaboração desses gráficos exige que os dados que formam os pontos cartesianos, tenham uma escala comum. Dessa forma, para os modelos não estacionários (que, por definição não são independentes e identicamente distribuídos; iid) foi aplicada a seguinte transformação (COLES, 2001; FELICI et al., 2007):

Após a realização das etapas de seleção dos modelos e a fim de exemplificar uma aplicação prática dos modelos não estacionários, a função cumulativa de probabilidade da GEV foi utilizada para estimar o valor de precipitação, temperaturas máximas e mínimas extremas associadas à probabilidade de 0,90, 0,95 e 0,99 nos anos 2050, 2075 e 2100, conforme Furió e Meneu (2011).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados disponíveis pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) para o município de Santa Maria-RS, para as variáveis temperatura mínima e máxima do ar iniciam no ano de 1910 até o ano de 2015 e a série de precipitação iniciam em 1961 até 2015 (Figura 1).

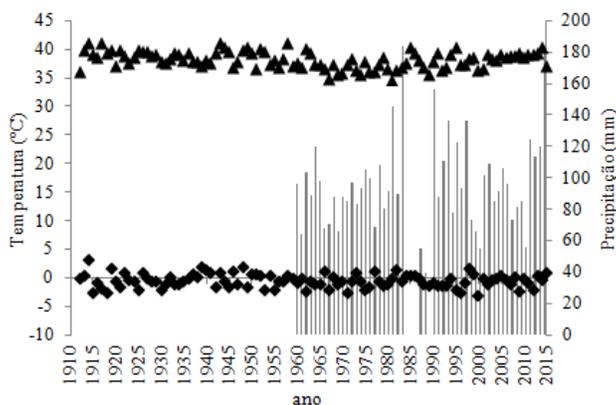


Figura 1. Série de valores extremos anuais de temperatura máxima e mínima do ar e precipitação, disponível no INMET para o município de Santa Maria – RS.

A série de precipitação pluvial do município de Santa Maria, apresenta falha entre os anos de 1983 a 1990, devido a isso, a série utilizada compreende os anos de 1991 a 2015. A primeira etapa de seleção dos modelos é a partir dos testes de aderência, em que é ajustado os modelos que apresentam valor do teste calculado inferior ao valor crítico do teste (Tabela 1).

Pre						
Modelo	KSL	KSLcrit	AD	Adcrit	AU/AL	AU/ALcrit
1	0,05	0,15	0,10	0,59	0,04	0,27
2	0,05	0,15	0,11	0,59	0,05	0,27
3	0,06	0,15	0,10	0,59	0,05	0,27
4	0,06	0,15	0,11	0,64	0,06	0,28
Tmin						
1	0,04	0,08	0,27	0,68	0,17	0,31
2	#	#	#	#	#	#
3	0,06	0,08	0,29	0,67	0,19	0,30
4	0,04	0,08	0,19	0,75	0,12	0,33
Tmax						
1	0,06	0,08	0,32	0,64	0,19	0,30
2	0,07	0,08	0,51	0,69	0,28	0,31
3	0,06	0,08	0,51	0,68	0,28	0,31
4	0,06	0,08	0,54	0,65	0,29	0,30

Tabela 1. P-valor dos testes de aderência de Kolmogorov-Smirnov/ Lilliefors (KSL), Anderson Darling (AD) e Anderson Darling modificado (AU e AL) e os respectivos valores críticos (crit) para as séries de precipitação (Pre), temperatura máxima (Tmax) e mínima (Tmin) extrema da localidade de Santa Maria. #Rejeição do modelo

O modelo 2 de temperatura mínima de Santa Maria apresentou valores anormais dos parâmetros e quando calculados os testes de aderência esses valores ficaram em desacordo, ocasionando a rejeição do modelo. O critério de informação de Akaike rejeita os modelos 3 e 4 de precipitação e 1 e 4 de temperatura máxima por apresentarem valores de $\Delta_i > 2$ (Tabela 2).

Modelo	Pre		Tmin		Tmax	
	AIC	Δi	AIC	Δi	AIC	Δi
1	244,40	0	334,10	0	374,58	4,56
2	246,30	1,90	*	*	370,02	0
3	248,07	3,67	335,53	1,43	371,88	1,86
4	249,88	5,48	335,09	0,98	373,43	3,41

Tabela 2. Critério de informação de Akaike [AIC; Δi] para precipitação (Pre), temperatura mínima (Tmin) e máxima (Tmax) extrema anual do município de Santa Maria - RS. * modelos previamente excluídos pelos testes de aderência.

O teste da razão da verossimilhança não verificou diferença significativa entre os modelos 1 e 2 de precipitação, assim como 1 e 2 de temperatura mínima, adotando para essas séries o modelo estacionário, não detectando tendência climática, os parâmetros do modelo 1 de precipitação são $\mu=88,2664$, $\sigma=25,04536$ e $\xi=-0,06013$ e para temperatura mínima são $\mu=0,0251$, $\sigma=1,237902$ e $\xi=-0,37548$. Já para temperatura máxima, o modelo adotado é o modelo 2, onde o parâmetro de localização varia com o tempo (Tabela 3). A tendência detectada nesta série é de redução de 0.01°C com o passar dos anos, apresentando os valores dos parâmetros de $\mu=38,30889599-0,01088673t$, $\sigma=1,45983069$ e $\xi= -0,38745613$.

Modelos	Pre		Tmin		Tmax	
	D	p-valor	D	p-valor	D	p-valor
1-2	0,10	0,75	0,78	0,38	*	*
2-3	0,23	0,63	1,79	0,18	0,13	0,71
3-4	*	*	2,44	0,12	*	*

Tabela 3. Teste da razão da verossimilhança [D; p-valor] para precipitação (Pre), temperatura mínima (Tmin) e máxima (Tmax) extrema anual do município de Santa Maria - RS. * não ajustado pelo AIC ($\Delta i > 2$)

A fim de mostrar o ajuste dos modelos à GEV, o gráfico QQ é apresentado com os valores observados e estimados (Figura 2).

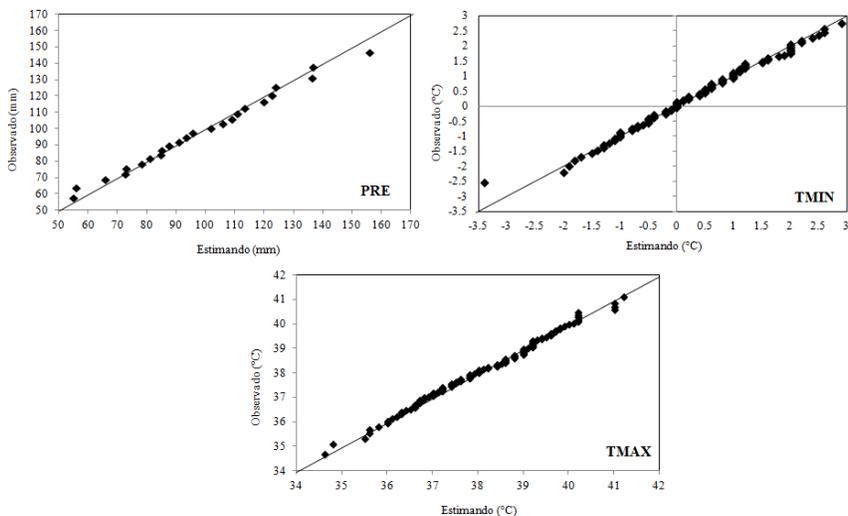


Figura 2. Gráficos quantil-quantil do ajuste de séries de valores de precipitação (PRE) (1991 a 2015), mínimos (TMIN) e máximos (TMAX) (1910 a 2015) de temperatura do ar à distribuição geral de valores extremos para Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

Para a série de temperatura máxima, onde foi detectada tendência climática de redução dos valores, nota-se que há uma probabilidade de 5% de ocorrer valores acima de 39,38°C no ano de 2050, 39,11°C no ano de 2075 e 38,83°C no ano de 2100 (Tabela 4).

Modelo	Tendência μ	Ano	90	95	99
			Tmax		
2	-	2050	38,99	39,38	39,94
		2075	38,73	39,11	39,67
		2100	38,45	38,84	39,40

Tabela 4. Temperatura extrema máximas (Tmax) extremas anuais estimadas para os anos de 2050, 2075 e 2100 nas probabilidades de 90%, 95% e 99%, para o município de Santa Maria.

As séries temporais de precipitação de todo o Brasil para o período 1961 a 2008, encontraram padrões diferenciados e muito regionalizados nas tendências de aumento e diminuição das precipitações (SILVA et al., 2011) do coeficiente de variação (CV. Em termos anuais, a faixa leste da região Sul do Brasil destaca-se como área com tendências positivas significativas, desde o centro do Rio Grande do Sul até o Paraná. Desde meados do século XX o estado do Paraná vem apresentando uma

tendência de aumento no volume pluviométrico, principalmente nos meses de verão e de primavera (MINUZZI e CARAMORI, 2011). No verão o total de chuva teve um acréscimo de 17 a 37 mm por década, enquanto na primavera esta tendência foi de 16 a 42 mm sendo que algumas estações hidrológicas apresentaram esta tendência significativa em ambos os períodos sazonais.

4 | CONCLUSÃO

A adoção de modelos GEV não estacionários resultou em melhor ajuste da descrição probabilística da série climática de temperatura máxima do ar apresentando redução na média dos valores ao longo dos anos de $-0,01^{\circ}\text{C}$. Não há tendência climática nas séries de temperatura mínima e de precipitação pluvial para o município de Santa Maria.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria e ao pesquisador do Instituto Agrônomo de Campinas Dr. Gabriel Constantino Blain.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, T. W.; DARLING, D. A. **Asymptotic theory of certain “goodness of fit” criteria based on stochastic processes**. Ann. Math. Stat., Volume 23, pp. 193-212. 1952.
- ARRAES, R.; ROCHA, A. **Perdas extremas em mercados de risco. Revista Contabilidade & Finanças**. n. 42, p. 22 - 34. São Paulo. Set/Dez. 2006.
- BAUTISTA, E. Z. **A distribuição generalizada de valores extremos no estudo da velocidade máxima do vento em Piracicaba, SP**. Dissertação de Mestrado, ESALQ, USP, Piracicaba, 47p. 2002.
- BEIJO, L. A.; AVELAR, F. G. **Distribuição generalizada de valores extremos no estudo de dados climáticos uma breve revisão e aplicação**. Revista da Estatística da Universidade Federal de Ouro Preto, v. 1, n. 1, p. 10-16, 2012.
- BLAIN, G. C. **Cento e vinte anos de totais extremos de precipitação pluvial máxima diária em Campinas, Estado de São Paulo: análises estatísticas**. Bragantia, v. 70, n. 3, 2011.
- BLAIN, G. C. **Incorporating climate trends in the stochastic modeling of extreme minimum air temperature series of Campinas, state of São Paulo, Brazil**. Bragantia, v. 70, n. 4, p. 952–957, 2011b.
- BLAIN, G. C.; MORAES, S. O. **Caracterização estatística de oito séries de precipitação pluvial máxima diária da secretaria de agricultura e abastecimento do Estado de São Paulo**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 26, n. 2, p. 225-233, 2011.

COLES, S. **An introduction to statistical modeling of extreme values**. Springer, 2001.

FELICI, M. et al. **Extreme Value Statistics of the Total Energy in an Intermediate-Complexity Model of the Midlatitude Atmospheric Jet. Part II: Trend Detection and Assessment**. *Journal of the Atmospheric Sciences*, v. 64, n. 7, p. 2159–2175, jul. 2007.

FURIÓ, D.; MENEU, V. **Analysis of extreme temperatures for four sites across Peninsular Spain**. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 104, n. 1–2, p. 83–99, 24 maio 2011.

GUEVARA OTINIANO, C. E.; TEIXEIRA, C. E. G. **Estimação dos parâmetros da mistura de duas componentes GEV via algoritmo EM**. *TEMA (São Carlos)*, v. 15, n. 1, p. 059, 9 abr. 2014.

GUMBEL, E.J. **Statistics of Extremes**. Mineola, NY: Dover, Columbia University Press, New York, 1958.

HAKTANIR, T.; COBANER, M.; KISI, O. **Frequency analyses of annual extreme rainfall series from 5 min to 24 h**. *Hydrol. Process*. V.24, 2010, 35743588p

JENKINSON, A.F. **The frequency distribution of the annual maximum (or minimum) values of meteorological elements**. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, v. 81, p. 159-171, 1955.

KRUEL, I. B. et al. **Climate trends in the municipality of Pelotas, state of Rio Grande do Sul, Brazil**. *Engenharia Agrícola*, v. 35, n. 4, p. 769–777, ago. 2015.

LILLIEFORS, H.W. On the Kolmogorov–Smirnov test on the exponential distribution with mean unknown. **Journal of the American Statistical Association**, v. 64, p. 387–389, 1969.

MARCOTT, S. A. et al. **A Reconstruction of Regional and Global Temperature for the Past 11,300 Years**. *Science*, v. 339, n. 6124, 2013.

MESCHIATTI, M. C. **Avaliação e incorporação da presença de mudança climática na probabilidade de ocorrência de extremos meteorológicos**. Dissertação de mestrado. Instituto Agrônomo Campinas - IAC. 2016.

MINUZZI, R.; CARAMORI, P. **Variabilidade climática sazonal e anual da chuva e veranicos**. *Revista Ceres*, v. 58, n. 5, 2011.

NADARAJAH, S.; CHOI, D. **Maximum daily rainfall in South Korea**. *Journal of Earth System Science*, Nova Deli, v.116, n.4, p. 311-320, 2007.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.

RAYNAL, J.A. **Sobre el uso del dominio de atracción para la identificación de valores extremos para máximos**. *Ingeniería Hidráulica en Mexico*, v.12, p.57-62, 1997.

REIS, C. J. DOS; BEIJO, L. A.; AVELAR, F. G. **Temperatura mínima esperada para Piracicaba-SP via distribuições de valores extremos.** Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 11, n. 4, p. 1639–1650, 24 jul. 2017.

SHIN, H. et al. **Assessment of modified Anderson–Darling test statistics for the generalized extreme value and generalized logistic distributions.** Stochastic Environmental Research Risk Assessment, v.26, n. 1, p.105-114, 2012.

SILVA, V. P. R. DA et al. **Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 15, n. 2, p. 131–138, fev. 2011.

WILKS, D. S. **Statistical Methods in the Atmospheric Sciences.** Elsevier ed. London. 2006.

WILKS, D. S. **Statistical methods in the atmospheric sciences.** Academic Press, 2011.

ZSCHEISCHLER, J. et al. **Detection and attribution of large spatiotemporal extreme events in Earth observation data.** Ecological Informatics, v. 15, p. 66–73, 1 maio 2013.

PÓLEN E ATIVIDADE POLINIZADORA DE ABELHAS SEM FERRÃO EM ÁREAS URBANAS, PERIURBANAS E REFLORESTADAS DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO, BRASIL

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 30/06/2020

Ortrud Monika Barth

Instituto Oswaldo Cruz
Fiocruz
Rio de Janeiro-RJ

<http://lattes.cnpq.br/9153494749384486>

Alex da Silva de Freitas

Universidade Federal Fluminense
Instituto de Geociências
Niterói-RJ

<http://lattes.cnpq.br/9364645111705574>

Bart Vanderborght

Associação de Meliponicultores do Rio de Janeiro - AME-RIO
Rio de Janeiro-RJ

Cristiane dos Santos Rio Branco

Projeto “Mutirão Reflorestamento”
Prefeitura do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro -RJ

<http://lattes.cnpq.br/7960656022164811>

RESUMO: A cidade do Rio de Janeiro sofreu ao longo de décadas uma intensa atividade de desmatamento devido à ocupação humana desordenada. Neste contexto, um grande projeto de recuperação de áreas degradadas foi implantado pela Prefeitura do Rio de Janeiro. Abelhas nativas sociais foram introduzidas em três áreas de reflorestamento e em uma área de mata secundária. Através da análise da

morfologia do pólen é possível reconhecer as plantas por elas visitadas, suas preferências e sua eficiência como polinizadoras. Diante disto, o presente trabalho teve como principal objetivo a verificação da eficiência destas abelhas na polinização de áreas reflorestadas ou em reflorestamento, bem como as suas preferências alimentares. Quatro áreas distintas de reflorestamento dentro do município do Rio de Janeiro foram consideradas no presente estudo: Cantagalo, Marianos, Formiga e Parque Nacional da Tijuca. Três espécies de abelhas nativas foram introduzidas: *Nannotrigona testaceicornes* (abelha iraiá), *Tetragonisca angustula* (abelha jataí) e *Melipona quadrifasciata anthidioides* (abelha mandaçaia). Foi analisado um total de 72 amostras. O preparo das amostras de pólen apícola (bolotas) e do pão de abelhas dos potes seguiu a metodologia padrão sem aplicação de acetólise. No meliponário de Cantagalo 12 de 27 amostras eram monoflorais, 02 de 17 em Marianos, 05 de 20 em Formiga e 07 de 12 no Parque Nacional da Tijuca. O presente estudo demonstrou que houve deficiência quanto aos recursos alimentares nas áreas em recente reflorestamento (Formiga) e com reflorestamento mais adiantado (Marianos). Este fato ocorreu devido à heterogeneidade das amostras coletadas, sendo proporcionalmente poucas monoflorais. Já na área de reflorestamento avançado (Cantagalo), as amostras de pólen eram mais homogêneas, apresentando menor diversidade. As amostras que apresentaram a composição mais constante foram às obtidas no PNT, com sua vegetação secundária antiga. Ficou comprovada a necessidade da introdução

de várias espécies de abelhas nativas em áreas de reflorestamento.

PALAVRAS-CHAVE: Meliponini, polinização, melissopalínologia, Mata Atlântica, cidade do Rio de Janeiro.

POLLEN STORAGE AND POLLINATING ACTIVITY OF STINGLESS BEES IN URBAN, PERI-URBAN AND REFORESTED AREAS OF THE RIO DE JANEIRO CITY, BRAZIL

ABSTRACT: The city of Rio de Janeiro suffered for decades an intense deforestation activity due to disorderly human occupation. In this context, a major project to recover degraded areas was implemented by the Municipality of Rio de Janeiro. Native social bees were introduced in three reforestation areas and in a secondary forest area. Pollen morphology recognize plants visited by the bees, its preferences and efficiency as pollinators. The present work intend mainly the verification of pollination efficiency of these bees in reforested or being reforested areas, as well as the food preferences using pollen morphology. Four distinct reforestation areas within the municipality of Rio de Janeiro were considered in the present study: Cantagalo, Marianos, Formiga and the Tijuca National Park - PNT. Three species of native bees were introduced: *Nannotrigona testaceicornes* (“irai” bee), *Tetragonisca angustula* (“jatai” bee) and *Melipona quadrifasciata anthidioides* (“mandaçãia” bee). A total of 72 samples were analyzed. The preparation of bee pollen and bee bread from pots followed the standard methodology without the application of acetolysis. In the Cantagalo meliponary 12 of 27 samples were monofloral, 02 of 17 in Marianos, 05 of 20 in Formiga and 07 of 12 in the Tijuca National Park. The present study demonstrated that it was a deficiency in terms of food resources in the areas that have recently been reforested (Formiga) and have been reforested earlier (Marianos). This fact occurred due to the heterogeneity of the collected samples, being proportionally few ones monoflorals. In the area of advanced reforestation (Cantagalo), the pollen samples were more homogeneous, showing less diversity. The samples that showed the most constant composition were those obtained in the old secondary vegetation of the PNT. The need to introduce several species of native bees into reforestation areas has been proven.

KEYWORDS: Meliponini, pollination, melissopalínologia, Atlantic Forest, Rio de Janeiro city.

1 | INTRODUÇÃO

A cidade do Rio de Janeiro, ora coberta por uma densa mata, sofreu ao longo de sua existência extensos desmatamentos através da ocupação humana desordenada, originando bairros densamente povoados (LAGO e RIBEIRO, 2001). A cidade está situada às margens da Baía de Guanabara, entre o oceano Atlântico e a Serra do Mar. Sua topografia é acidentada, cortada por rios, lagoas, morros e serras. Durante alguns séculos a pecuária e a agricultura foram de grande importância para a subsistência da cidade. Entretanto, com o intenso desmatamento, observou-se a queda na disponibilidade de água para o abastecimento da cidade (MARTINS,

2015).

Diante deste fato, optou-se pelo reflorestamento das áreas degradadas, visando principalmente às regiões com remanescentes da vegetação primária. Milhares de mudas de árvores nativas foram então plantadas na Serra da Carioca durante o século XIX. Hoje uma densa mata Atlântica cobre suas encostas chegando aos seus cumes a pouco mais de mil metros de altitude (Santana et al. 2015).

Diante deste cenário, a Prefeitura do Rio de Janeiro implantou um grande projeto de recuperação de áreas degradadas na cidade do Rio de Janeiro denominado Projeto “Mutirão Reflorestamento 1987 – 2003” (PMRJ/SMAC, 2001; SANTOS, 2006). Durante a execução deste projeto, foi necessário um cuidadoso acompanhamento de manutenção do plantio de espécies de árvores e arbustos nativos. Após atingirem a maturidade, sementes destas plantas deveriam condensar a cobertura vegetal. Diante deste contexto, diferentes espécies de abelhas nativas estariam aptas ao forrageamento nos diversos estratos vegetacionais destas áreas (RAMALHO, 2004).

As abelhas nativas sociais são importantes agentes polinizadores de áreas em recuperação, auxiliando na manutenção de florestas tropicais (ABSY et al. 2018; MONTOYA-PFEIFFER et al. 2020). O seu uso em fragmentos de florestas urbanas tropicais como ferramenta para a manutenção da vegetação foi observado em diferentes partes do mundo (VOSSLER, 2019; RUIZ-TOLEDO, 2020). No Brasil, o número de trabalhos sobre esta temática tem aumentado ao longo das últimas décadas (PIRANI e CORTOPASSI-LAURINO, 1994; ANTONINI et al. 2006; FREITAS et al. 2018; NASCIMENTO et al. 2020; BARTH et al. 2020).

A análise da morfologia do pólen levado pelas abelhas a suas colmeias revelaria de um lado ao reconhecimento das plantas por elas visitadas, suas preferências e a sua eficiência como polinizadoras. A partir disto poderia ser verificado quais seriam as espécies vegetais com melhor capacidade de adaptação a determinada área em dependência da qualidade do solo e das condições climáticas (BARTH, 2004). Diante deste fato, o presente trabalho têm como principal objetivo a verificação da eficiência destas abelhas na polinização de áreas reflorestadas ou em reflorestamento, bem como as suas preferências alimentares.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A presente investigação foi realizada em quatro áreas distintas de reflorestamento (Figura 1) durante em média um ano. As áreas de estudo, segundo a classificação climática de Köppen-Geiger (Aw), referem-se a um clima tropical com uma estação seca entre os meses de junho a agosto. Dentro das quatro localidades selecionadas foram instalados meliponários, sendo realizadas coletas mensais de

pólen apícola ou pão de abelhas (“bee bread”).

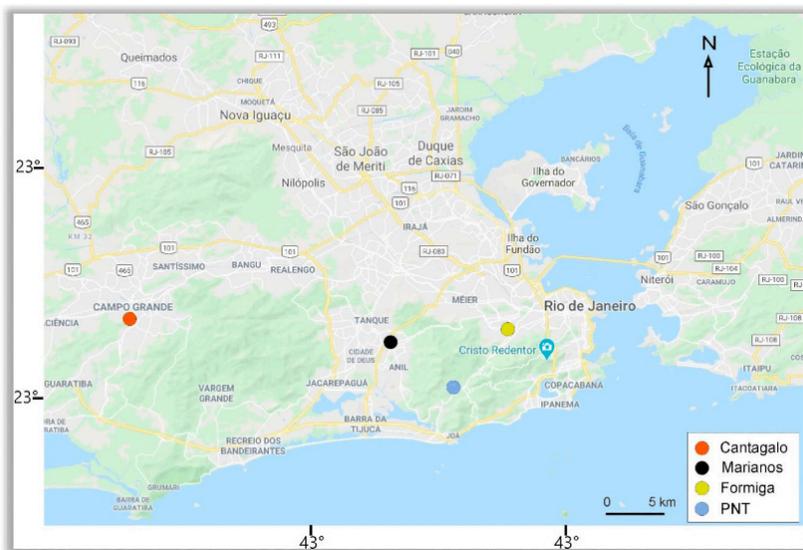


Figura 1. Mapa abrangendo as áreas de estudo dentro do município do Rio de Janeiro.

Fonte: Google

A área periurbana chamada de Cantagalo, base do presente estudo, está localizada atrás de um centro comercial no bairro de Campo Grande, Zona Oeste do Rio de Janeiro. A área foi replantada a partir do estágio zero, há mais de 15 anos, constituindo-se hoje em uma mata densa, úmida, com árvores vigorosas e substrato denso. As amostras nesta área foram coletadas diretamente das caixas entre os meses de dezembro de 2013 a novembro de 2014.

A área chamada de Marianos, está localizada no bairro de Água Santa, próximo ao pedágio de uma via expressa da cidade. É reconstituída de uma mata atlântica de encosta densa e de difícil acesso. Faz divisa com o Parque Nacional da Tijuca (PNT). A obtenção das amostras deu-se através de coletas diretas nas caixas entre os meses de dezembro de 2013 e março de 2015.

A área chamada de Formiga está localizada no bairro da Tijuca. Esta área está em fase de reflorestamento, adjacente a uma área densamente urbanizada. Tal como a área de Marianos, também faz divisa com o PNT. Nesta área, foram coletadas amostras nas caixas das abelhas compreendendo o período de julho de 2015 e dezembro de 2016.

Dentro do Parque Nacional da Tijuca (PNT), um dos maiores parques naturais mundiais dentro de uma megalópole, reflorestado a cerca de 160 anos, têm-se uma

área de encosta leve, com mata densa e úmida, inteiramente sob cobertura vegetal. Nesta área, as coletas de pólen foram realizadas diretamente das corbículas das abelhas quando estas retornavam as colmeias.

Várias espécies de Meliponini participaram da presente pesquisa. Tanto em Cantagalo, quanto em Marianos e Formiga foram instalados meliponários com as espécies *Nannotrigona testaceicornes* (abelha iraiá), *Tetragonisca angustula* (abelha jataí) e *Melipona quadrifasciata anthidioides* (abelha mandaçaia). No PNT foi acompanhada a atividade somente da *Melipona quadrifasciata anthidioides*.

Exceto no meliponário do PNT, quando o pólen coletado pelas abelhas era retirado diretamente de suas corbículas ao voltarem ao ninho, nas demais áreas o pólen apícola foi retirado dos potes ao se fazer a manutenção das colmeias/caixas. O material era mantido congelado ou sob refrigeração.

O preparo das amostras de pólen apícola (bolotas) e do pão de abelhas dos potes seguiu a metodologia proposta por Barth et al. (2010). O material coletado foi extraído uma ou duas vezes com etanol a 70%, deixado impregnar com água glicerinada (água destilada/glicerol 1:1) por meia hora, centrifugado e parte do sedimento obtido e homogeneizado colocado entre lâmina e lamínula, vedando-se com esmalte. Estas preparações permanecem inalteradas por volta de duas semanas e não são permanentes. O material restante foi guardado em glicerina P.A possibilitando fazer novas preparações. Fotomicrografias foram realizadas, no intuito de se documentar os principais tipos polínicos identificados em cada amostra analisada.

A contagem e a identificação abrangeram no mínimo 500 grãos de pólen por amostra. Após iniciou-se a etapa da avaliação das amostras. Quando 90% dos grãos de pólen contados em uma amostra (pólen predominante, PP) pertenciam a uma única espécie vegetal, a mesma foi considerada monofloral/unifloral. O mesmo aplicou-se também no caso de haver só 60% desde que não ocorria nenhuma outra espécie vegetal representada por pólen acessório (de 14 a 40% da soma polínica, PA). Ocorrem amostras biflorais quando apresentam o pólen de duas espécies vegetais na quantidade de pólen acessório e as heteroflorais. Além de grãos de pólen podem ocorrer nas amostras outros elementos figurados, tais como esporos de fungos, leveduras e minerais (HAIDAMUS et al., 2019).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 72 amostras foram analisadas compreendendo as quatro localidades estudadas.

Meliponário de Cantagalo – 27 amostras

Amostras de 12 meses seguidos foram obtidas somente das abelhas

Nannotrigona testaceicornes e *Tetragonisca angustula* e somente nos meses de fevereiro, março e abril abrangeram as três espécies de abelhas. As cargas monoflorais (12) foram as mais frequentes, seguidas das biflorais (5) e heteroflorais (9) (Tabela 1).

mês/ano	Cantagalo		PNT
	<i>Nannotrigona testaceicornis</i> ("irai")	<i>Tetragonisca angustula</i> ("jataí")	<i>Melipona quadrifasciata anthidioides</i> ("mandaçaia")
Dezembro/2013	<i>Piper</i> sp.	<i>Piper</i> sp.	Melastomataceae
Janeiro/2014	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	<i>Piper</i> sp.	<i>Anadenanthera colubrina</i>
Fevereiro/2014	<i>Anadenanthera</i> + aff. Fabaceae-Faboideae	<i>Anadenanthera colubrina</i>	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> + Melastomataceae
Março/2014	<i>Banisteriopsis</i> + <i>Schinus terebinthifolius</i>	heterofloral	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> + <i>Myrcia/Eugenia</i>
Abril/2014	<i>Alchornea integrifolia</i>	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> + <i>Piper</i> sp.	<i>Myrcia/Eugenia</i>
Mai/2014	<i>Schinus terebinthifolius</i>	<i>Piper</i> sp. + <i>Piptadenia gonoacantha</i>	<i>Myrcia/Eugenia</i> + Melastomataceae
Junho/2014	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	heterofloral	<i>Eucalyptus</i> + Melastomataceae
Julho/2014	heterofloral	heterofloral	<i>Eucalyptus</i>
Agosto/2014	heterofloral	Fabaceae-Faboideae + <i>Vernonia</i> sp.	<i>Eucalyptus</i>
Setembro/2014	heterofloral	heterofloral	Melastomataceae
Outubro/2014	<i>Struthanthus</i> sp.	Melastomataceae + <i>Schizolobium parahyba</i>	<i>Myrcia/Eugenia</i>
Novembro/2014	heterofloral	<i>Struthanthus</i> sp.	Melastomataceae + <i>Myrcia/Eugenia</i>

Tabela 1. Tipos de pólen encontrados nas amostras monoflorais e biflorais coletadas pelas abelhas sem ferrão *Nannotrigona testaceicornes*, *Tetragonisca angustula* e *Melipona quadrifasciata anthidioides* durante um ano na área mais recentemente reforestada de Cantagalo e na área de floresta secundária avançada do Parque Nacional da Tijuca (PNT).

Cargas de pólen monoflorais coletadas pelas abelhas *Nannotrigona testaceicornis* eram procedentes de *Alchornea integrifolia*, *Mimosa caesalpiniiifolia*, *Piper* sp., *Piptadenia gonoacantha*, *Schinus terebinthifolius* e *Struthanthus* sp. Da

abelha *Tetragonisca angustula* foi obtido pólen monofloral somente de *Piper* sp., *Anadenanthera colubrina* e *Struthanthus* sp. A abelha *Melipona quadrifasciata anthidioides* coletou o pólen de *Myrcia* e *Mimosa caesalpiniiifolia*. Adicionalmente as amostras biflorais apresentaram pólen do tipo *Banisteriopsis* sp. aff. Fabaceae-Faboideae, Melastomataceae, *Schizolobium parahyba* e *Vernonia*.

Meliponário de Marianos – 17 amostras

Não foi possível obter amostras em todos os meses durante um ano. Foi possível a coleta de duas amostras de cargas polínicas monoflorais. A abelha *Nannotrigona testaceicornis* coletou pólen de *Struthanthus* sp. e a abelha *Melipona quadrifasciata anthidioides* de *Carica papaya*. As amostras biflorais eram as mais numerosas (10), contendo além de dois tipos polínicos não identificados, pólen dos tipos *Anadenanthera colubrina*, Anacardiaceae, *Banisteriopsis* sp., *Cecropia* sp., Fabaceae-Faboideae, Loranthaceae, Malpighiaceae, *Mimosa caesalpiniiifolia*, Moraceae, *Myrcia*, *Piper* sp., *Piptadenia gonoacantha*, *Schizolobium parahyba* e *Struthanthus* sp. Foi também observado a presença de amostras heteroflorais (5) tal como uma amostra desprovida de grãos de pólen, entretanto apresentando fartos grãos de amido.

Meliponário de Formiga – 20 amostras

Durante quatro meses não foi possível a coleta de amostras de pólen apícola. Nas amostras monoflorais (5) foram identificados os tipos polínicos de *Myrcia*, *Struthanthus* sp., *Syagrus romanzoffiana*, e *Trema micrantha*. Nas amostras biflorais (9) ocorreram adicionalmente os tipos polínicos de *Alchornea integrifolia*, *Anadenanthera colubrina*, *Cecropia* sp., *Mimosa caesalpiniiifolia*, Poaceae, *Schinus terebinthifolius*, *Schizolobium parahyba*, *Serjania* sp. e um tipo polínico desconhecido. As demais amostras (6) foram classificadas como heteroflorais.

Meliponário do Parque Nacional da Tijuca (PNT) – 12 amostras

Nesta localidade as amostras de cargas polínicas eram provenientes da abelha *Melipona quadrifasciata anthidioides*, cobrindo mensalmente um ano inteiro. Nas amostras monoflorais (7) constavam os tipos polínicos de *Anadenanthera colubrina*, *Eucalyptus* sp., Melastomataceae e *Myrcia*. No entanto, as amostras biflorais (5) apresentaram adicionalmente o tipo polínico *Mimosa caesalpiniaefolia*. (Tabela 1).

Três espécies de Meliponini, abelhas nativas sem ferrão, atuando em quatro áreas reflorestadas no município do Rio de Janeiro (mapa) foram acompanhadas durante cerca de um ano visando suas atividades de coleta de pólen e consequentes atividades de polinização. (Tabela 2). Centenas de espécies vegetais arbustivas e arbóreas foram plantadas e encontram-se atualmente em diversos estágios de

desenvolvimento. Assim, uma comparação direta entre estas quatro localidades não é adequada. Entretanto, cada uma destas abelhas demonstrou através da coleta de pólen, quais foram os táxons vegetais mais procurados e assim garantindo a sua polinização.

Abelha	Localidade	Tipos polínicos													
		Al	An	Ca	Eu	Go	Me	Mi	My	Pi	Pg	Sc	St	Sy	Tr
<i>Nannotrigona testaceicornes</i> ("irai")	Cantagalo	X						X		X	X	X	X		
	Marianos												X		
	Formiga		X			X							X		
<i>Tetragonisca angustula</i> ("jatai")	Cantagalo		X					X	X	X			X		
	Marianos														
	Formiga													X	X
<i>Melipona quadrifasciata anthidioides</i> ("mandaçaia")	Cantagalo														
	Marianos			X											
	Formiga								X				X		
	PNT		X		X		X		X						

Tabela 2. Tipos de pólen encontrados nas amostras monoflorais coletadas pelas abelhas sem ferrão *Nannotrigona testaceicornes*, *Tetragonisca angustula* e *Melipona quadrifasciata anthidioides* em quatro áreas reflorestadas no Rio de Janeiro. PNT = Parque Nacional da Tijuca. Tipos polínicos: Al = *Alchornea integrifolia*, An = *Anadenanthera colubrina*, Ca = *Carica papaya*, Eu = *Eucalyptus*, Go = *Gochnatia*, Me = Melastomataceae, Mi = *Mimosa caesalpinifolia*, My = *Myrcia*, Pg = *Piptadenia gonoacantha*, Pi = *Piper*, Sc = *Schinus terebinthifolius*, St = *Struthanthus*, Sy = *Syagrus romanzoffiana*, Tr = *Trema micrantha*

O reconhecimento de coletas monoflorais através do pólen coletado de plantas consideradas apícolas ou não, permitiu acompanhar na escala de tempo o interesse destas abelhas pelas suas fontes alimentares preferidas, dentro das disponibilidades locais. De outro lado, a composição da vegetação resultante de replantios nestas áreas teve seu reflexo na atividade polinizadora destas abelhas, o que muitas vezes resultou em amostras de pólen monoflorais, biflorais e heteroflorais.

As abelhas *Nannotrigona testaceicornis* e *Melipona quadrifasciata anthidioides* são vigorosas em comparação com a *Tetragonisca angustula* (RAMALHO, 2004). Durante um ano *N. testaceicornis* coletou 6 de 12 (50%) e *M. quadrifasciata anthidioides* 7 de 12 (58%) de cargas monoflorais, enquanto que *T. angustula* somente 4 de 12 (33%). Permanecendo além de um mês em floração, várias espécies vegetais passaram a contribuir à composição de cargas biflorais em meses seguidos.

Verificou-se que, baseado em listagem de espécies vegetais usadas no

replante de áreas degradadas (MORAES et al., 2006; PMRJ/SMAC, 2001) na área de Cantagalo, poucas tiveram efetivamente expressivo interesse para estas abelhas segundo as amostras de cargas monoflorais e biflorais analisadas. Enquanto *N. testaceicornis* visitava diversas espécies arbóreas, *T. angustula* deteve-se expressivamente em floradas de *Piper* (espécies de pólen anemófilo) devido à sua estrutura baixa e arbustiva e de melhor acesso, principalmente nos meses de verão e outono.

Segundo estudo anterior Freitas et al. (2018), as coletas de pólen obtidas por *M. quadrifasciata anthidioides* no PNT, em mata úmida e densa, evidenciaram a importância de espécies da família Myrtaceae (arbustivas e arbóreas) durante praticamente o ano todo. Na mata em desenvolvimento de Cantagalo também já puderam ser detectadas. Em áreas de replante mais recente, como em Marianos e Formiga, não foram significativas e observou-se uma coleta expressiva de pólen de *Struthanthus*, planta parasita heliófila sobre as copas de árvores. Nos meses de inverno de carência alimentar para as abelhas, o sustento foi encontrado na visitação de *Eucalyptus* por *M. quadrifasciata anthidioides*, enquanto as demais abelhas forneceram amostras principalmente heteroflorais.

Baseado nas investigações sobre preferência e coleta de pólen das abelhas *M. quadrifasciata anthidioides* na mata atlântica secundária do PNT (> 160 anos após replante) (FREITAS et al. 2018; BARTH et al. 2018, BARTH et al., 2020), há mais produção de cargas monoflorais (os quatro táxons principais são os de *Anadenanthera*, *Eucalyptus*, *Mimosa caesalpinifolia* e *Myrcia*). Na mata periurbana em área de reflorestamento em desenvolvimento (>15 anos) (área de Cantagalo) há maior diversidade de cargas monoflorais (as seis principais são de *Alchornea*, *Anadenanthera*, *Mimosa caesalpinifolia*, *Piper*, *Schinus* e *Struthanthus*)

O presente estudo mostrou que houve deficiência quanto aos recursos alimentares em pólen para estas abelhas nas áreas em recente reflorestamento (Formiga) e com reflorestamento um pouco mais adiantado (Marianos), segundo a heterogeneidade das amostras coletadas, sendo proporcionalmente poucas as monoflorais. Já na área de reflorestamento avançado (Cantagalo), as amostras de pólen eram mais homogêneas, apresentando menor diversidade, sendo de composição mais constante as do PNT com sua vegetação secundária antiga, fazendo uso do menor número de espécies vegetais, cobrindo assim melhor suas necessidades alimentares.

As oscilações climáticas referentes à distribuição de precipitação e temperatura durante um ano são sempre fatores limitantes na floração e na coleta de pólen. Uma pesquisa longitudinal abrangendo cerca de dois a cinco anos de coleta mensal de pólen pelas abelhas nativas poderia fornecer dados mais detalhados para uma escolha no plantio de espécies vegetais mais adaptadas para cada área

específica estando e reflorestamento.

4 | CONCLUSÕES

A atividade polinizadora das três espécies de abelhas sem ferrão, nativas da mata atlântica do Sudeste brasileiro, comprovou que a vegetação em áreas recém florestadas ou ainda em estágio de desenvolvimento precoce, não cobriu as suas necessidades alimentares. Constatou-se que plantas com pólen de distribuição anemófila, como as espécies do gênero *Piper*, que não necessitam de polinizadores, foram intensamente visitadas durante alguns meses, enquanto que em mata secundária de estágio avançado (PNT) isto não ocorreu.

Comparando os dados e resultados obtidos na presente pesquisa nas áreas de Cantagalo, Marianos, Formiga e anteriormente no PNT, ficou evidente o favorecimento para o plantio de *Anadenanthera* (florada de verão), de *Mimosa caesalpinhiifolia* (florada de verão/outono), de *Eucalyptus* (florada de inverno) e espécies de *Myrcia* e Melastomataceae (floradas cobrindo todas as estações do ano). A proteção das bordas de matas úmidas, apresentando ampla frequência de espécies pioneiras de *Piper* e *Trema micrantha*, foram vitais para a sobrevivência de *T. angustula*. Para obter um bom êxito nas atividades de reflorestamento nas áreas em estudo ficou comprovada a necessidade da introdução de várias espécies de abelhas nativas, já que suas preferências alimentares e suas atividades polinizadoras são distintas.

AGRADECIMENTOS

À Associação de Meliponicultores do Rio de Janeiro - AME-RIO pelo incentivo e apoio logístico. Apoio financeiro por meio de bolsas do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) a O.M. Barth (Processo 301992 e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) a A.S. Freitas (Processo E-26/202.417/2019); à Prefeitura do Rio de Janeiro para CRS Rio Branco e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

ABSY, M. L.; RECH, A. R.; FERREIRA, R. M. G. **Pollen collected by stingless bees: a contribution to understanding Amazonian biodiversity**. Em: VIT, P.; PEDRO P. S.R. M.; ROUBIK, D. (eds.). Pot-pollen in stingless bee mellittology. Springer, Cham, Switzerland, pp. 29–46. 2018.

ANTONINI, Y.; SOARES, S. M.; MARTINS, R. P. **Pollen and nectar harvesting by the stingless bee *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Apidae: Meliponini) in an urban forest fragment in Southeastern Brazil.** Studies on Neotropical Fauna and Environment 41: 209-215. 2006.

BARTH, O. M. **Melissopalynology in Brazil: a review of pollen analysis of honeys, propolis and pollen loads of bees.** Scientia Agrícola 61 (3): 342-350. 2004.

BARTH, O. M.; FREITAS, A. S.; OLIVEIRA, E. S.; SILVA, R. A.; MAESTER, F. M.; ANDRELLA, R. R. S.; CARDOZO, G. M. B. Q. **Evaluation of the botanical origin of commercial dry bee pollen load batches using pollen analysis: a proposal for technical standardization.** Anais da Academia Brasileira de Ciências 82 (4): 893-902. 2010.

BARTH, O. M.; FREITAS, A. S.; VANDERBORGHT, B. **Pollen storage by *Melipona quadrifasciata anthidioides* in a protected urban Atlantic Forest area of Rio de Janeiro, Brazil.** Em: Vit, P. et al. (eds.). Pot-Pollen in Stingless Bee Melittology (Elsevier), Capítulo 8: 103-109. 2018.

BARTH, O. M.; FREITAS, A. S.; VANDERBORGHT, B. **Pollen preference of stingless bees (*Melipona rufiventris* and *M. quadrifasciata anthidioides*) inside na urban tropical forest at Rio de Janeiro city.** Journal of Apicultural Research 1-6. 2020.

FREITAS, A. S.; VANDERBORGHT, B.; BARTH, O. M. **Pollen resources used by *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier in an urban forest in Rio de Janeiro city.** Palynology 42 (3): 392-399. 2018.

HADAMUS, S. L.; LORENZON, M. C. A.; BARTH, O. M. **Biological Elements and Residues in Brazilian Honeys.** Greener Journal of Biological Sciences 9 (1): 8-14. 2019.

LAGO, L. C.; RIBEIRO, L. C. Q. A divisão favela-bairro no espaço social do Rio de Janeiro. Cadernos Metr pole, 5:29-46. 2001.

MARTINS, M. F. V. A floresta e as águas do Rio: a Inspe o Geral de Obras Públicas e as interven es urbanas para abastecimento e reflorestamento na primeira metade do século XIX. Intell ctus (2): 21-47. 2015.

MONTOYA-PFEIFFER, P. M.; RODRIGUES, R. R.; ALVES DOS SANTOS, I. Bee pollinator functional responses and functional effects in restored tropical forests. Ecological Applications 30 (3): 02054. 2020.

MORAES, L. F. D.; ASSUMP O, J. M.; PEREIRA, T. S.; LUCHIARI C. **Manual técnico para a restaura o de áreas degradadas no Estado do Rio de Janeiro.** Instituto de Pesquisas Jardim Botânico. 80p. 2006.

NASCIMENTO, V. T.; AGOSTINI, K.; SOUZA, C. S.; MARUYAMA, P. K. **Tropical urban areas support highly diverse plant-pollinator interactions: an assessment from Brazil.** Landscape and Urban Planning 198: 103801. 2020

PIRANI, J. R.; CORTOPASSI-LAURINO, M. **Flores e abelhas em São Paulo.** EDUSP/FAPESP. 194p. 1994.

PMRJ/SMAC (Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro). **Mutirão Reflorestamento: Projeto de reflorestamento da comunidade Serra da Posse**. 2001.

RAMALHO M. **Stingless bees and mass flowering trees in the canopy of Atlantic Forest: a tight relationship**. *Acta Botanica. Brasilica* 18 (1): 37-47. 2004.

RUIZ-TOLEDO, J.; VANDAME, R.; PENILLA-NAVARRO, P.; GÓMEZ, J.; SÁNCHEZ, D. **Seasonal abundance and diversity of native bees in a patchy agricultural landscape in Southern Mexico**. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 292: 106807. 2020.

SANTANA, C. A. A.; FREITAS, W.; K.; MAGALHÃES, L. M. S. **Estrutura e similaridade em florestas urbanas na região metropolitana do Rio de Janeiro**. *Interciência* 40 (7): 479-486. 2015.

SANTOS, D. G. **Condições atuais do reflorestamento realizado pelo projeto Mutirão Reflorestamento na Serra da Posse, município do Rio de Janeiro – RJ**. Monografia apresentada ao Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Seropédica – RJ. 2006.

VOSSLER, F. G. Native and ornamental exotic resources in pollen loads and garbage pellets of four stingless bees (Apidae, Meliponini) in an urban environment with riparian native Forest. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 91 (4): e20190360. 2019.

A IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA PROPRIEDADE INTELECTUAL PARA A BIOTECNOLOGIA: UMA ANÁLISE DA PRODUÇÃO (2013 – 2018) E DA EXPORTAÇÃO AGROPECUÁRIA (2015 – 2019)

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 01/07/2020

Epaminondas da Silva Dourado

Manaus - AM

<http://lattes.cnpq.br/4591446212520724>

RESUMO: Diante das descobertas no ramo da biotecnologia, tornou-se necessário o desenvolvimento de um mecanismo de proteção para encorajar novas pesquisas, de forma que estes inventistas tenham direitos temporais sobre suas invenções, e os devidos retornos financeiros sobre a aplicação de recursos durante a pesquisa, além disso, contribuir para a sociedade com mais material intelectual, resultando em ganhos tanto na forma social quanto na econômica. Foi constatado que após a legislação de proteção dos cultivares, os números de solicitações de patentes aumentaram, bem como a produtividade mundial e o número de países adeptos aos cultivares biotecnologicamente modificados. Os dados de produção por milhões/hectares mundial e a percentagem da participação das culturas genéticas vêm aumentando anualmente. Desta forma, apresentando o valor econômico dos geneticamente modificados (GM), em um contexto global, onde os países tendem a aumentar suas produções para atender a demanda mundial, para galgarem maiores fatias do mercado internacional e assim aumentar seu poder de mercado sobre o país. Assim, sendo possível relacionar os GM com o total

de participação nas exportações de um país, exemplo do Brasil: em 2019 dos U\$225,4 bilhões da exportação, 18,7% é proveniente de GM, devido a proteção intelectual sobre as culturas modificadas.

PALAVRAS-CHAVE: *Propriedade intelectual, biotecnologia, transgênico, exportação.*

THE ECONOMIC IMPORTANCE OF INTELLECTUAL PROPERTY FOR BIOTECHNOLOGY: AN ANALYSIS OF PRODUCTION (2013 - 2018) AND AGRICULTURAL EXPORT (2015 - 2019)

ABSTRACT: In view of the discoveries in the field of biotechnology, it became necessary to develop a protection mechanism to encourage new research, so that these inventors have temporary rights over their inventions, and the due financial returns on the application of resources during the research, in addition to contributing to society with more intellectual material, resulting in gains in both social and economic forms. It was found that after the cultivar protection legislation, the number of patent applications increased, as well as the world productivity and the number of countries adhering to biotechnologically modified cultivars. The production data per million / hectares worldwide and the percentage of participation of genetic cultures has been increasing annually. In this way, presenting the economic value of genetically modified (GM), in a global context, where countries tend to increase their production to meet the world demand, to reach larger slices of the international market and thus increase their market power over the countries. Thus, it is possible to relate GMs to the total share of

exports in a country, an example from Brazil: in 2019 of the \$ 225.4 billion in exports, 18.7% comes from GM, due to intellectual protection on modified crops .

KEYWORDS: Intellectual property, biotechnology, transgenic, export.

1 | INTRODUÇÃO

Apesar da maior parte das empresas brasileiras se basearem na aquisição de tecnologia (importando) ao invés de desenvolver inovação, o Brasil é um país com grande potencial de fauna e flora, desta forma estando em um patamar de privilégios para desenvolvimento de pesquisas no setor de biotecnologia. Estudos realizados pela Associação Brasileira de Propriedade Intelectual (ABPI) apontam que houve um aumento da dependência da produção e exportação de produtos básicos, de 23% para 49,9%, enquanto houve um retrocesso por parte dos produtos manufaturados de 55% para 35,8%, entre os anos de 1995 a 2017. Além disso, o Brasil possui mais de 90% da sua produção agrícola, que é exportada, advinda de OGM (Organismo Geneticamente Modificado).

Em 2019, apenas a soja foi responsável por 12% (US\$26,1 Bilhões) dos produtos exportados, na frente de óleos brutos de petróleo com 11% (US\$24,2 Bilhões) e minério de ferro com 10% (US\$22,7 Bilhões). Desta maneira, mostrando-se importante a proteção das pesquisas sobre inovação e tecnologia, bem como dos aprimoramentos advindos dos resultados obtidos através destas, fomentando a pesquisa e inovação no país. Contudo, promover este tipo de desenvolvimento significa enfrentar alguns desafios inerentes a nossa estrutura, os quais podemos destacar: a educação (déficit em pesquisas científicas), e proteção sobre biotecnologia (ex: desenvolvimento de OGM) na forma de propriedade intelectual (PI) (ex: patentes; investimento em inovação e tecnologia; conservação do meio ambiente. Destarte, tornando possível a maior captação de ativos econômicos através dos resultados da criatividade humana.

Deste modo, o objetivo do presente estudo foi avaliar se a PI é importante economicamente para a biotecnologia por meio da análise das exportações brasileiras dos últimos cinco anos. Assim, a pesquisa foi desenvolvida em quatro tópicos, sendo o primeiro pautado no levantamento bibliográfico, que abrangeu os conceitos sobre Propriedade Intelectual, Biotecnologia, Evolução da Produção Mundial de GM de 2013 a 2018, e Exportação brasileira entre os anos de 2015 a 2019. O segundo refere-se ao método empregado, o quantitativo e qualitativo utilizado para alcançar o objetivo proposto. No terceiro tópico são apresentados os resultados obtidos acerca da importância econômica da PI para a biotecnologia, e no quarto e último tópico foram realizadas as considerações finais pertinentes.

2 | REVISÃO DA LITERATURA

Neste primeiro tópico faremos a apresentação dos dados levantados na pesquisa bibliográfica, apresentando os principais conceitos para o tema proposto, juntamente com os dados sobre produção de GM e desenvolvimento da exportação brasileira nos últimos cinco anos.

A correlação positiva entre produtividade e inovação é defendida por diversos autores, dentre eles Silva et al. (2015), afirma que há um crescimento maior nas firmas inovadoras comparada com as que não inovam.

Segundo Douglas North (1991) *apud* Buainain et al. (2018), as firmas que desenvolvem os direitos de propriedade intelectual, ao passo que diminuem os custos de transações bem como as incertezas sobre o mercado, refletem efeitos positivos sobre o desempenho econômico.

“o agente econômico não pode se furtar de nenhuma informação, tendo em vista que os agentes possuem racionalidade limitada, devem fazer uso de todas as informações possível, bem como realizar uma pesquisa para realizar a confecção do contrato de forma que minimize a ação oportunista dos agentes envolvidos, a fim de diminuir os custos ou percas futuras. [...]. Além disso, de posse das variáveis: **incerteza**, **frequência** e **especificidade do ativo**, deverá realizar um tradeoff entre a estrutura de governança, com maior foco na especificidade do ativo, a fim de minimizar a atitude oportunista.” (DOURADO, 2020, p. 17)

De acordo com Buainain et al. (2018), quando não se protege os direitos sobre a propriedade intelectual gera a diminuição da motivação das empresas para continuar inovando e aumenta o incentivo a contrafação. Os autores ainda enfatizam que a ausência de proteção leva a um nível baixo de retorno sobre o investimento aplicado.

Colaborando com este argumento Chen e Puttitanun (2005) *apud* Buainain et al. (2018), afirmam que apesar de países com fraca proteção sobre as PI aparentem beneficiar os consumidores, uma vez que o custo de copiar é menor que do desenvolvimento da inovação, por outro lado desincentiva as pesquisas e inovações de empresas locais e não desenvolve as estruturas industriais, mantendo-as atrasada, conseqüentemente perdendo poder de mercado perante o mercado internacional.

É importante ressaltar que o direito da propriedade intelectual concede ao seu detentor o privilegio moral de reclamar a autoria, bem como o patrimonial de exploração comercial por determinado período de tempo, de forma que após esse tempo a invenção passa ao domínio público, ou seja, qualquer pessoa pode utilizar a tecnologia que antes estava protegida, evidenciando o transbordamento dos benefícios que o incentivo as PI trazem sobre a sociedade.

2.1 Propriedade Intelectual - Biotecnologia

2.1.1 PI

O direito da propriedade intelectual está dividido em três grandes eixos: o primeiro diz respeito ao direito autoral (LDA), que se refere ao direito do autor, conexos e programa de computador (Lei nº 96610/98); o segundo relaciona-se ao direito da propriedade industrial (LPI), o qual está mais voltado para a indústria, estando dividido em patentes, marcas, desenhos industriais e indicação geográfica (Lei nº 9.279/96); e o terceiro que está relacionado a proteção *sui generis*, que protege de acordo com legislação específica, exemplo: Lei de Proteção de Cultivares (LPC, Lei nº 9456/97), Topografia Circuito Integrado (Lei 11.484/07).

O dispositivo de proteção a PI é importante para que seja possível realizar a coordenação e gestão dos estudos na agropecuária, bem como enriquecimento do aspecto institucional. (CASTELLO BRANCO e VIEIRA, 2008).

Vieira Filho e Viera (2013), apontam a maior inserção do setor privado na produção de variedades não-híbridas, que até então era de maior participação de instituições públicas, somando-se as estrangeiras, tornando o ambiente altamente competitivo, propiciando o desenvolvimento de novas tecnologias. Além deste cenário concorrente, também houve espaço para estudos em parcerias, entre privado e público, o qual incentivou a pesquisa e desenvolvimento de novas variedades de cultivares.

Ainda conforme o autor há um percentual muito elevado de empresas multinacionais no ramo dos transgênicos, o que mostra o efeito das pesquisas que foram paralisadas por anos por indefinições na utilização de transgênico e seu estudo (VIERIA FILHO e VIEIRA, 2013). Colaborando com o argumento do autor, segundo o Mapa (2018) *apud* Buainain et al. (2018), afirma que “A participação do setor privado é crescente, e em 2017 correspondeu 82% do total de pedidos e a 76% do total de pedidos feitos desde 1997”.

“não existe crescimento sustentável sem investimento, aumento de produtividade e inovação. E que, de fato, a inovação é a principal chave para abrir as portas para o desenvolvimento sustentável” (BUAINAIN et al., 2018, p. 27, grifo nosso).

2.1.2 Biotecnologia - Transgênicos

Os resultados obtidos pelos estudos na biotecnologia vêm contribuindo para área da indústria, medicamentos, alimentação e pecuária, ofertando uma maior variedade e quantidade de suprimentos para a população. Sobre o conceito de biotecnologia o MDCI designa que:

"No sentido mais amplo, as biotecnologias compreendem a manipulação de microrganismos, plantas e animais, com o objetivo de obter processos e produtos de interesse econômico. Já no sentido mais restrito, a biotecnologia está associada ao emprego das técnicas modernas de biologia molecular e celular" (MDCI, 2020, grifo nosso).

De acordo com o relatório do Serviço Internacional de Aquisição de Aplicações em Biotecnologia (2017), a produção e comercialização de produtos geneticamente modificados, através da biotecnologia, trouxe inúmeros benefícios para a comunidade global. Além dos dados corretos ajudarem produtores a ofertar seus produtos de acordo às predileções dos seus consumidores, atendendo de uma forma mais eficiente à demanda, também servem de base para os formuladores de políticas públicas, elaborarem diretrizes de biossegurança e comercialização dos GM.

Conforme Bauainan et al. (2018), existe grande importância na utilização da PI no ramo da biotecnologia, tanto para o aprimoramento das pesquisas quanto para obter os retornos financeiros:

"As patentes biotecnológicas têm sido cruciais para assegurar a captura dos benefícios econômicos provenientes do desenvolvimento e da comercialização de OGM" (BAUAINAIN et al., 2018, p. 97).

Os resultados obtidos pelo INPI, sobre a aplicação da PI na agricultura mundial, concluíram que o Brasil precisa estimular e desenvolver pesquisas com microrganismos para que seja possível fazer frente aos demais países, na concorrência mundial. (CASTELLO BRANCO e VIEIRA, 2008).

2.1.1.1. Transgênicos – Soja, Milho e Algodão

O potencial da agricultura brasileira, adquirida com inovação, biotecnologia e PI coloca o país em uma posição tática para realizar negociações multilaterais com o comércio exterior (CASTELLO BRANCO e VIEIRA, 2008).

Ainda de acordo com Castello Branco e Vieira (2008), a medida que são feitas pesquisas para desenvolver o potencial da agropecuária por meio da biotecnologia, também é desenvolvido o patrimônio intelectual do país.

De acordo com os estudos do ISAAA (2017, 2018) as quatro principais culturas geneticamente modificadas, mundialmente, são: soja, milho, algodão e canola.

Estudos mais recentes realizados pelo ISAAA (2018) mostraram que a importância dada aos produtos GM aumentou, em vários aspectos. Para comprovar esta afirmação, analisamos as variações percentuais de produção dos cinco principais países produtores de GM entre os anos de 2013 e 2018.

Conforme relatório do ISAAA (2018) a participação dos cinco principais

países, na utilização de GM está perto do máximo, EUA, Brasil, Argentina, Canadá e Índia, apresentando os seguintes índices: 99,2%, 97,93%, 99,87% (~100%), 96,86% e 95%, respectivamente.

Verifica-se ao analisar a Tabela 1, que nos últimos seis anos, os países listados, exceto a Argentina (-2%), apresentaram variações positivas da área cultivada com culturas geneticamente modificados. Em destaque, apesar de estar em 2º lugar na classificação dos países com maior participação na produção de GM, o Brasil, demonstrou maior variação comparado com os demais, apresentando 27,3%.

	Área (milhões hectares)												Cultivos Biotecnológicos
	2013 (mil/h)	Δ%	2014 (mil/h)	Δ%	2015 (mil/h)	Δ%	2016 (mil/h)	Δ%	2017 (mil/h)	Δ%	2018 (mil/h)	Δ% TOTAL (2013-2018)	
EUA	70,1	4,3%	73,1	-3,0%	70,9	2,8%	72,9	2,9%	75	0,0%	75	7,0%	Milho, soja, algodão, canola, beterraba, alfafa, mamão, abóbora, batata, maçãs
Brasil	40,3	4,7%	42,2	4,7%	44,2	11,1%	49,1	2,2%	50,2	2,2%	51,3	27,3%	Soja, milho, algodão
Argentina	24,4	-0,4%	24,3	0,8%	24,5	-2,9%	23,8	-0,8%	23,6	1,3%	23,9	-2,0%	Soja, milho, algodão
Canadá	10,8	7,4%	11,6	-5,2%	11	5,5%	11,6	12,9%	13,1	-3,1%	12,7	17,6%	Canola, milho, soja, beterraba, sacarina, alfafa, batata
Índia	11	5,5%	11,6	0,0%	11,6	-6,9%	10,8	5,6%	11,4	1,8%	11,6	5,5%	Algodão

Tabela 1. Área dos cinco principais países que cultivam biotecnologicamente (GM).

Fonte: ISAAA (2018, 2017, 2016, 2015, 2014, 2013).

Esses números demonstram que as proteções dos direitos da PI foram fundamentais para o planejamento e gestão das pesquisas e desenvolvimentos na biotecnologia que proporcionou ao Brasil, o segundo lugar de maior produtor e exportador agropecuário, contribuindo para o desenvolvimento do país e consequentemente crescimento econômico (CASTELLO BRANCO e VIEIRA, 2008).

De acordo com o ISAAA (2018) entre os anos de 2017 e 2018: houve um aumento dos países que adotaram a utilização dos transgênicos de 67 para 70; aumento da área plantada de 189,8mil/h para 191,7mil/h; número de países que produziram GM de 24 para 26.

Analisando a Tabela 2, percebe-se que houve um aumento no Brasil, Argentina e Índia de 2,19%, 1,27% e 1,75%, respectivamente, enquanto os EUA mantiveram seu total de produção em 75 mil/h (devido à baixa na produção de milho)

e o Canadá que teve um decréscimo de 3,05% (proveniente a baixa na produção de soja e milho). Os dados da Tabela 1 e da Tabela 2 demonstram um maior interesse por parte dos países produtores de GM em aumentar sua participação no mercado, aumentando suas produções.

	% da área cultivada - Países Vs Culturas Agrícolas													Cultivos Biotecnológicos (legenda)
	2017					TOTAL mil/h	2018					TOTAL mil/h	Δ% TOTAL	
	SO	MI	AO	CA	AA		SO	MI	AO	CA	AA			
EUA	45,0%	45,0%	6,0%	0,0%	1,6%	75	45,40%	44,20%	6,70%	1,20%	1,70%	75	0,00%	SO - SOJA
Brasil	67,0%	31,0%	2,0%	0,0%	0,0%	50,2	67,95%	29,98%	0,00%	0,00%	0,00%	51,3	2,19%	MI - MILHO
Argentina	76,0%	22,0%	1,5%	0,0%	0,0%	23,6	75,31%	23,01%	1,55%	0,00%	0,00%	23,9	1,27%	AO - ALGODÃO
Canada	19,0%	13,5%	0,0%	67,0%	0,0%	13,1	18,30%	12,20%	0,00%	66,36%	0,00%	12,7	-3,05%	CA - CANOLA
Índia	0,0%	0,0%	93,0%	0,0%	0,0%	11,4	0,00%	0,00%	95,0%	0,00%	0,00%	11,6	1,75%	AA - ALFAFA

Tabela 2. % de área plantada com transgênico dos cinco principais países produtores de GM (Total de área aproximadamente 191mil/h).

Fonte: ISAAA (2018, 2017).

Analisando a Tabela 3, observa-se que entre 2015 e 2018 no Brasil, as principais culturas GM, não tiveram mudanças expressivas. Verifica-se que houve uma diminuição na variação de produção de soja e algodão, de 1,58% e 0,6%, respectivamente. O milho apesar de apresentar duas taxas negativas nos anos de 2017 (-0,98%) e 2018 (-3,29%) mostrou uma variação final positiva de 0,34%. A essa taxa de produção positiva do milho percebe-se que é devido ao aumento ocorrido em 2016 de 2,34%, se comparado com a produção do ano anterior. Apesar da soja ter a maior participação de produção dos GM e ter aumentado a produção nos anos 2017 e 2018 de 0,4% e 0,95%, respectivamente, não foi suficiente para superar a queda ocorrida em 2016 de 1,95%.

	% da área cultivada no Brasil							Δ% TOTAL (2015-2018)
	2015	Δ%	2016	Δ%	2017	Δ%	2018	
SO - SOJA	68,55%	-1,95%	66,60%	0,40%	67,00%	0,95%	67,95%	-0,60%
MI - MILHO	29,64%	2,34%	31,98%	-0,98%	31,00%	-3,29%	29,98%	0,34%
AO - ALGODÃO	1,58%	0,05%	1,63%	0,37%	2,00%	-100,00%	0,00%	-1,58%

Tabela 3. Porcentagem de área plantada das principais culturas GM no Brasil (2015 – 2018).

Fonte: ISAAA (2018, 2017, 2016, 2015).

2.2 Exportação Brasileira

De acordo com a Tabela 4, observa-se que a participação dos últimos setores na exportação nos últimos seis anos passou por alterações. A Indústria de Transformação aumentou em 2,9% em 2016, porém teve uma diminuição nos anos de 2017, 2018 e 2019 de 4,8%, 3,6% e 0,8%, respectivamente, fechando a variação nos últimos seis anos em -6,3%. Por outro lado, a Indústria Extrativa e Agropecuária teve suas variações nos últimos seis anos de 7,1% e 0,6%, respectivamente.

	Variação % dos setores da Exportação no Brasil (2015-2019)									
	2015	Δ%	2016	Δ%	2017	Δ%	2018	Δ%	2019	Δ% TOTAL (2015-2019)
Indústria de Transformação	64,30%	2,90%	67,20%	-4,80%	62,40%	-3,60%	58,80%	-0,80%	58,00%	-6,30%
Indústria Extrativa	15,30%	-0,90%	14,40%	3,80%	18,20%	2,50%	20,70%	1,70%	22,40%	7,10%
Agropecuária	18,50%	-1,70%	16,80%	0,90%	17,70%	1,40%	19,10%	0,00%	19,10%	0,60%
Outros produtos	1,97%	-0,38%	1,59%	0,04%	1,63%	-0,26%	1,37%	-0,87%	0,50%	-1,47%

Tabela 4. % dos setores brasileiros, e suas respectivas variações para os anos seguintes (2015 – 2019).

Fonte: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/comex-vis> Acesso em 10 de abril de 2020.

Na Tabela 5, verifica-se que as principais culturas GM são a soja, milho e algodão. Consta-se que as variações nos valores exportados (US\$ FOB) de 2015 a 2018 foram de 57,62%, -20% e 31,01%, respectivamente.

	Variação dos valores exportados (US\$ FOB) da Agropecuária em Bilhões (2015-2018)							
	2015	Δ%	2016	Δ%	2017	Δ%	2018	Δ% TOTAL (2015-2018)
SOJA	\$21,00	-8,10%	\$19,30	33,16%	\$25,70	28,79%	\$33,10	57,62%
MILHO NAO MOIDO	\$ 5,00	-26,00%	\$3,70	24,32%	\$4,60	-13,04%	\$ 4,00	-20,00%
ALGODAO EM BRUTO	\$1,29	-5,43%	\$1,22	11,48%	\$1,36	24,26%	\$1,69	31,01%
CAFE NAO TORRADO	\$5,60	-14,29%	\$4,80	-4,17%	\$4,60	-4,35%	\$ 4,40	-21,43%
DEMAIS PROD AGROP	\$1,65	-23,03%	\$1,27	11,02%	\$1,41	21,99%	\$1,72	4,24%
FRUTASE NOZES	\$0,81	-3,69%	0,78	9,06%	\$0,86	3,51%	\$ 0,89	8,72%

Tabela 5. Percentagem dos valores obtidos pela exportação (Agro) no Brasil (2015 – 2018).

Fonte: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/comex-vis> Acesso em 10 de abril de 2020.

Analisando a Tabela 6, verifica-se que as variações nos valores exportados (US\$ FOB) nos últimos cinco anos (2015 a 2019) das culturas: soja, milho e algodão, foram de: 24,29%, 46% e 101,55%, respectivamente.

	Variação dos valores exportados (US\$ FOB) da Agropecuária em Bilhões (2015-2019)									
	2015	Δ%	2016	Δ%	2017	Δ%	2018	Δ%	2019	Δ% TOTAL (2015-2019)
SOJA	\$ 21,00	-8,10%	\$ 19,30	33,16%	\$ 25,70	28,79%	\$ 33,10	-21,1%	\$ 26,10	24,29%
MILHO NÃO MOÍDO	\$ 5,00	-26,00%	\$ 3,70	24,32%	\$ 4,60	-13,04%	\$ 4,00	82,5%	\$ 7,30	46,00%
ALGODÃO EM BRUTO	\$ 1,29	-5,43%	\$ 1,22	11,48%	\$ 1,36	24,26%	\$ 1,69	53,8%	\$ 2,60	101,55%
CAFÉ NÃO TORRADO	\$ 5,60	-14,29%	\$ 4,80	-4,17%	\$ 4,60	-4,35%	\$ 4,40	4,5%	\$ 4,60	-17,86%
DEMAIS PROD AGRO	\$ 1,65	-23,03%	\$ 1,27	11,02%	\$ 1,41	21,99%	\$ 1,72	-10,5%	\$ 1,54	-6,67%
FRUTAS E NOZES	\$ 0,81	-3,69%	\$ 0,78	9,06%	\$ 0,86	3,51%	\$ 0,89	4,4%	\$ 0,92	13,51%

Tabela 6. Percentagem dos valores obtidos pela exportação (Agro) no Brasil (2015 – 2018).

Fonte: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/comex-vis> Acesso em 10 de abril de 2020.

No ano de 2019, conforme Figura 1, temos representado a porcentagem dos produtos exportados por setores: a indústria de transformação, indústria extrativista, agropecuária, e outros produtos, nas cores azul escuro, cinza claro, amarelo e vermelho, respectivamente.



Figura 1. Participação da Agropecuária nas exportações do Brasil em 2019.

Fonte: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/comex-vis> Acesso em 10 de abril de 2020.

Percebemos que a parcela da participação das cultivares GM: soja, milho e algodão frente à exportação foram de 12%, 3,2% e 1,2%, nessa ordem. O que representa em (U\$ FOB) os valores de U\$ 26,1Bi, U\$7,3Bi e U\$2,6Bi.

Apesar da soja apresentar uma diminuição de 21,1% comparado com os valores do ano de 2018, no ano de 2019 teve uma participação maior na exportação que o óleo bruto (11%), o minério de ferro (10%), ambos da indústria extrativista, e celulose (3,3%), da indústria de transformação.

A análise realizada por este estudo dos benefícios econômicos da utilização de cultivares GM, estimou um ganho de U\$186,1 bilhões (1996-2016) de dólares. A maior porção pertence aos EUA (U\$80,3 bilhões), seguidos da Argentina e a Índia com U\$21,1 bilhões e U\$19,8 bilhões, respectivamente, o Brasil obteve o valor de U\$19,8 bilhões. Apenas em 2017 o mercado agrícola de GM movimentou U\$17,2 bilhões de dólares, este número representa 23% dos U\$70,9 bilhões do mercado mundial de proteção de cultivares em 2016 (ISAAA, 2018).

3 | ASPECTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa teve abordagem quantitativa e qualitativa. Quantitativa, pois é utilizado tabelas demonstrando a variação percentual da variação entre os principais países e produção em milhões de hectares (mil/h) e valores obtidos através da exportação da agropecuária brasileira. Qualitativa, pois é feito uma análise da bibliografia a respeito da importância da PI sobre a biotecnologia para fortalecimento da economia do país.

Quanto aos objetivos são exploratórios, uma vez que os resultados quantitativos contribuem para o desenvolvimento dos resultados qualitativos, e vice-versa. E quanto aos procedimentos bibliográficos foram utilizados artigos científicos, livros digitais, os resumos da ISAAA dos anos de 2013 a 2018, informação da exportação no site do MDCI entre os anos de 2015 a 2019.

4 | RESULTADOS

Existe um censo comum entre os autores relacionando de forma positiva: produtividade e inovação, a medida que são desenvolvidas pesquisas que diminuem os custos de produção e transacionais. Os pesquisadores ainda concordam que há necessidade de inovação para que haja um crescimento econômico sustentável, e a proteção dos resultados provenientes destes estudos, de forma a fomentar mais pesquisas.

A introdução da Lei de Proteção de Cultivares (LPC) fomentou alterações na forma de geração de sementes, que motivou o desenvolvimento para exportação da

indústria de sementes do país.

Desde a LPC houve uma grande demanda por melhorias das variedades de culturas por parte dos produtores, tanto privado quanto público, com o objetivo de tornar a produção mais eficiente, alcançando maiores fatias do mercado nacional e internacional. Do lado nacional, quanto mais eficiente além de significar menos custo na produção, com um produto mais barato, sendo mais atrativo ao consumidor local, impedido a saída de recursos na forma de importação. Por outro lado, na perspectiva no estrangeiro, quanto maior poder de mercado as empresas nacionais tiverem, mais se exporta, trazendo conseqüentemente mais recursos ao país. Melhorando tanto o saldo da balança comercial, quanto sendo atrativo para investidores estrangeiros que possuem propensão a investir capital onde podem obter maior retorno financeiro. Porém um dado preocupante é que a maior parte da solicitação de proteção através dos mecanismos da PI (ex: pedidos de patentes, registro de cultivares, etc) foram solicitadas por empresas multinacionais e do setor privado.

A proteção dos resultados obtidos através das pesquisas sobre os GM refletiu vários resultados positivos, como por exemplo, a maior captação de lucro por parte dos produtores, a maior produção de alimentos para atender a uma demanda global, e servir de base de discussão para os formuladores de políticas públicas para que possam tomar melhores decisões acerca da pesquisa e comercialização dos GM, realizando com base nos estudos dos custos benefícios do seu desenvolvimento. O presente estudo constatou ainda que o Brasil necessita realizar pesquisas, mas também precisa proteger seus resultados, para continuar sendo um dos maiores exportadores agrícolas, contribuindo positivamente para o saldo da balança comercial.

Os resultados obtidos por meio dos resumos do ISAAA demonstram uma crescente taxa de adesão dos países por produtos geneticamente modificados, de 24 para 26 nações, entre 2017 e 2018, além disso, constatou uma tendência de aumento da produtividade por parte dos cinco maiores produtores, EUA, Brasil, Argentina, Canadá e Índia, alguns chegando perto do máximo da produção de GM, a exemplo da Argentina que dos 23,9mil/h atingiu a taxa de 99,87% de produção de GM, somando a produção de soja (75,31%), milho (23,01) e algodão (1,55%), com valores de 18mil/h, 5,5mil/h, e 0,37mil/h, respectivamente. Logo em seguida vem os EUA com 99,2% e o Brasil com 97,93%, de taxa de adoção de culturas biotecnológicas.

Dos 191 mil/h da produção mundial de GM o Brasil produziu 51,3mil/h, em 2018, representando uma fatia de 27%, ficando atrás apenas dos EUA com uma produção equivalente a 75mil/h, 39,26%, e em terceiro lugar a Argentina com 23,9mil/h (12,5%). Analisando a variação de produção, por mil/h, entre os anos de

2018 e 2013, os EUA, Brasil, Canadá e Índia tiveram um aumento de 7%, 27,3%, 17,6% e 5,5% da sua produção, respectivamente, enquanto a Argentina teve um decréscimo de 2%.

No Brasil entre os anos de 2015 e 2018, as culturas que tiveram maior participação na produção e exportação foram soja, milho e algodão, apesar de apresentarem uma variação inconstante anualmente, demonstrou neste período uma variação de -0,60%, 0,34%, e -1,58%, respectivamente.

Analisando o fluxo da participação dos setores na exportação brasileiras, dos últimos cinco anos (2019-2015), observou-se que a Indústria Extrativista e a Agropecuária tiveram uma variação de 7,1% e 0,6%, enquanto a Indústria de Transformação teve uma variação de -6,3%. Com perspectiva para o setor agropecuário, entre as culturas que tiveram maior contribuição para as exportações tivemos a soja, o milho e o algodão, a variação dos valores em bilhões (US\$ FOB) foram de: 24,29%, 46% e 101,55%, respectivamente. Observando as exportações apenas do ano de 2019, estas mesmas culturas tiveram participação de 12%, 3,2% e 1,2%, nesta ordem. Enquanto na Indústria de Transformação e Indústria Extrativista, o item que mais contribuiu para as exportações foi: celulose com 3,3% e óleo bruto com 11%, respectivamente.

As vantagens provenientes da utilização dos GM foram estimadas em mais de US\$180 bilhões, entre 2016 e 1996. Os principais países que foram beneficiados foram EUA, Argentina, Índia, e Brasil com: US\$80,3 bilhões, US\$21,1 bilhões, US\$19,8 bilhões, e US\$19,8 bilhões, nesta ordem. Apenas em 2017, dos US\$70 bilhões gerado no mercado mundial, US\$17,2 bilhões (24%) foram provenientes de culturas GM.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

De posse dos resultados obtidos a respeito do fluxo de produção e exportação agropecuária no Brasil, e do arcabouço bibliográfico sobre a importância da propriedade intelectual no desenvolvimento de culturas biotecnológicas ou GM podemos elencar os seguintes pontos mais significativos neste processo:

1 – Há uma convergência entre os autores a respeito da importância da PI, ao passo que além de contribuir diretamente para seus inventores/produtores, colabora indiretamente para o bem-estar social, oferecendo uma maior cesta de produtos aos consumidores;

2 – Após a LPC, em 1997, além do melhorando genético constatou-se que houve um aumento de solicitação de patentes, maior parte por empresas multinacionais e privadas. Apesar deste dado, o Brasil conseguiu desenvolver suas pesquisas e galgar a 2º colocação de produtor e exportador de cultivares GM, o que teve alto grau de importância nas exportações;

3 – Através das proteções sobre os cultivares GM, utilizando a LPC, foi possível fomentar tanto o desenvolvimento quando estudos sobre a comercialização de GM. Os resultados provenientes das pesquisas dos GM também servem de fonte de consulta para os formuladores de políticas públicas, para que tomem decisões mais ajustadas, podendo atender melhor às necessidades da sociedade;

4 – A importância da PI em proteger os GM, se mostra cada vez mais presente quando constatamos um aumento significativo do número de países que aderiram a utilização de transgênicos. No ano de 2018, a produção mundial foi de 191 mil/h, o Brasil foi responsável por 27%. Apesar estar em segunda posição no ranking dos maiores produtores e exportadores de culturas modificadas, o Brasil demonstrou uma variação do número de produção de 27,3%, enquanto o primeiro colocado, os EUA apresentaram uma de 7%. Além disso, verificou-se que 97,93% das culturas exportadas eram GM. Demonstrando um avanço maior na utilização de biotecnologia para aumentar a produção por parte dos produtores brasileiros.

5 – As principais culturas GM que o Brasil produz e exporta são a soja, milho e algodão, contudo entre os anos de 2015 e 2018, os dados demonstraram uma falta de constância na produção anual, fechando a variação desses quatro anos em -0,60%, 0,34%, e -1,58%, respectivamente. Estes dados, apontam a falta ou ineficiência por parte dos formuladores de políticas eficazes na utilização dos conhecimentos a respeito de PI na biotecnologia, para promover de forma sustentável a produção no país.

6 – Analisando os setores responsáveis pela exportação brasileira, entre 2015 e 2019, verificamos que houve uma diminuição da Indústria de Transformação de 6,3% e um aumento na Agropecuária de 0,6%. Com vistas para o setor agropecuário, houve uma variação positiva nas principais culturas: soja (24,29%), milho (46%) e algodão (101,55%). No ano de 2019, estas culturas apresentaram um alto grau de importância na participação das exportações de 12%, 3,2% e 1,2%, nesta ordem.

Com base no ano de 2019, as exportações brasileiras foram de U\$225,4 bilhões, o setor do agronegócio contribui com U\$43,06 bilhões, das culturas exportadas U\$42,2 bilhões (97,93%) são GM. Concluímos analisando os benefícios advindos após a LPC, no ano de 2019 no Brasil, os GM foram responsáveis por 18,7% (U\$42,2 bilhões) da exportação brasileira, demonstrando a importância econômica da PI na biotecnologia.

Destarte, esta pesquisa não conseguiu esgotar toda discussão sobre todos os benefícios econômicos provenientes da utilização da PI na biotecnologia para uma nação, contudo este estudo foi rico em relacionar dados sobre a produção e exportação brasileira, constatando o valor econômico da utilização da PI na biotecnologia.

À medida que os países se aproximam do seu limite de produção, a inovação

aparece como forma de elevar sua produtividade, porém é necessário proteger as formas inventivas, de maneira que tal atividade seja fomentada, trazendo benefícios para toda a sociedade.

REFERÊNCIAS

BUAINAIN, A. M.; SOUZA, R. F.; VIEIRA, A. C. P.; FERRARI, V. E.; SABINO, W.; BUENO, C. S.. **Propriedade Intelectual, Inovação e Desenvolvimento: desafios para o Brasil**. 1. ed. Rio de Janeiro: ABPI, 2018. 110 p: il.; tab.1. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/dl/investir-inovacao-brasil-nao-superara.pdf>>. Acesso em 6 de abril de 2020.

CASTELO BRANCO, R.; VIEIRA, A.C.P. **Patentes e biotecnologia aceleram o crescimento da agricultura brasileira**. Parcerias Estratégicas. Brasília: CGEE, Ministério da Ciência e Tecnologia, jun. 2008. Disponível em: <http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/323/317> . Acesso em 10 de abril de 2020.

DOURADO, E. D. A teoria dos custos de transação (tct): uma ferramenta para a tomada de decisão dos agentes econômicos. In: Lucca Simeoni Pavan. (Org.). O Conhecimento Científico na Fronteira das Diversas Áreas da Economia. 1ed.Ponta Grossa: Atena Editora, 2020, v. , p. 17-33. Disponível em: <<https://www.atenaeditora.com.br/post-ebook/3137> >. Acesso em 28 de junho de 2020.

ISAAA. J. C. 2013. **Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2013**. ISAAA BriefNo. 46. ISAAA: Ithaca, NY. Disponível em: <<https://isaaa.org/resources/publications/briefs/46/download/isaaa-brief-46-2013.pdf>>. Acesso em: 10 de abril de 2020.

_____. **Status Global das Cultivares Transgênicas Comercializadas: 2014**. ISAAA BriefNo. 49. ISAAA: Ithaca, NY Disponível em: <<https://isaaa.org/resources/publications/briefs/49/download/isaaa-brief-49-2014.pdf>>. Acesso em: 10 de abril de 2020.

_____. James, Clive. 2015. **Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2015**. ISAAA BriefNo. 51. ISAAA: Ithaca, NY Disponível em: <<https://isaaa.org/resources/publications/briefs/51/download/isaaa-brief-51-2015.pdf>>. Acesso em: 10 de abril de 2020.

_____. **Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2016**. ISAAA BriefNo. 52. ISAAA: Ithaca, NY. Disponível em: <<https://isaaa.org/resources/publications/briefs/52/default.asp>>. Acesso em: 10 de abril de 2020.

_____. **Situação Global dos Cultivos Transgênicos Comercializados em 2017: 22 anos de adoção de transgênicos aumentam os benefícios econômicos acumulados**. 2017. Disponível em: <<https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/53/executivesummary/pdf/B53-ExecSum-Portuguese.pdf>>. Acesso em: 10 de abril de 2020.

_____. **Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2018: Biotech Crops Continue to Help Meet the Challenges of Increased Population and Climate Change**. 2018. Disponível em: <<https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/53/executivesummary/pdf/B53-ExecSum-Portuguese.pdf>>. Acesso em: 10 de abril de 2020.

MDCI. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Disponível em:<<http://www.mdic.gov.br/index.php/inovacao/biotecnologia>> Acesso em 6 de abril de 2020.

SILVA JR, G. G.; SILVEIRA, J. M.; PARANHOS, J; HASENCLEVER, L. MIRANDA, R. B. **Produtividade, Inovação e Poder de Mercado na Indústria Brasileira de Transformação.** In: Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes – Determinantes [s.l.: s.n., s.d.], v. 2., Brasília, DF: ABDI: IPEA, 2015. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/150831_livro_produtividade_v2.pdf>. Acesso em 9 de abril de 2020.

VIEIRA FILHO, J.E.R.; VIEIRA, A.C.P. **A inovação na agricultura brasileira: uma reflexão a partir da análise dos certificados de proteção de cultivares.** Texto para Discussão 1866. Brasília: IPEA, 2013. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2209/1/TD_1866.pdf>. Acesso em 9 de abril de 2020.

CAPÍTULO 11

PLANEJAMENTO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO PARA A CAPACITAÇÃO E TREINAMENTO EM COOPERATIVA AGRÍCOLA

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 13/07/2020

Flávio Aparecido Pontes

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia
Boituva – SP
<http://lattes.cnpq.br/7907514844842045>

Cleis Meire Veiga

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia
Boituva - SP
<http://lattes.cnpq.br/0907700239387241>

Luiz Egidio Costa Cunha

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia
Boituva - SP
<http://lattes.cnpq.br/9206281386163878>

RESUMO: No Brasil, os agricultores familiares sentem-se pressionados pelos mercados e por falta de uma política de incentivo, vendem suas terras em busca de uma expectativa de melhores dias na cidade, formando um verdadeiro êxodo rural, mas ao chegarem nas cidades só encontram a desigualdade causada pela situação socioeconômica, que os obriga a buscarem a ocupação em terras devolutas, para extrair o sustento para seus familiares. Neste desespero, eles encontram amparo nas cooperativas agrícolas. Neste caso o mau resultado das cooperativas é a falta de qualificação profissional e conhecimento das novas tecnologias. Com

a utilização e o conhecimento da Tecnologia da Informação (TI), o agricultor poderá se aperfeiçoar e saber administrar o seu tempo, cumprir com todas as atividades exigidas, buscar estímulos para vencer e ser competitivo, superar dificuldades e absorver novos conhecimentos, e assim buscar assegurar a qualidade e agilidade da informação. Com base neste contexto, a cooperativa COOPLANTAS pretende qualificar seus funcionários para desenvolverem seus trabalhos com maior eficiência para estarem aptos para as novas oportunidades de mercado e a modernização de seus processos. Este trabalho propõe um conjunto de saberes para a formação dos cooperados na tarefa de usar a tecnologia da informação para a boa gestão de sua organização.

PALAVRAS-CHAVE: Planejamento TI, Cooperativa, Inclusão Digital na agricultura familiar.

INFORMATION TECHNOLOGY PLANNING FOR CAPACITATION AND TRAINING IN AGRICULTURAL COOPERATIVE

ABSTRACT: In Brazil, family farmers feel pressured by the markets and for lack of an incentive policy, they sell their land in search of an expectation of better days in the city, forming a true rural exodus, but when they arrive in the cities they only find inequality caused by the socioeconomic situation, which compels them to seek occupation in vacant lands, to extract sustenance for their families. In this desperation, they find support in agricultural cooperatives. In this case, the bad result of the cooperatives is the lack of professional qualification and knowledge

of new technologies. With the use and knowledge of Information Technology (IT), the farmer will be able to improve and know how to manage his time, comply with all the required activities, seek incentives to win and be competitive, overcome difficulties and absorb new knowledge, and so on. seek to ensure the quality and agility of the information. Based on this context, the COOPLANTAS cooperative intends to qualify its employees to develop their work more efficiently to be able to meet new market opportunities and modernize their processes. This work proposes a set of knowledge for the training of members in the task of using information technology for the good management of their organization.

KEYWORDS: IT Planning, Cooperative, Digital Inclusion in small farms.

1 | INTRODUÇÃO

A cooperativa agrícola foco dos estudos deste trabalho é a COOPLANTAS, situada no município de Itapeva. Ela situa-se no interior do estado de São Paulo e nasce do assentamento de agricultores na implementação da reforma agrária no ano de 2000. Através de uma análise detalhada observou-se na cooperativa a falta de conhecimento dos cooperados em relação à Tecnologia da Informação (TI), internet e outros recursos e aplicações computacionais, que são importantes para auxiliar o trabalho no campo e a tomada de decisões no atual escopo da economia em que estamos inseridos na segunda década do século XXI. Desse modo, a proposta deste trabalho é discutir elementos de um planejamento de TI que contemple a inclusão digital, capacitação e treinamento profissional aos cooperados em paralelo à implantação de sistemas computacionais (hardware e software) que certamente serão necessários para a competitividade no mundo do trabalho atual.

O intuito do projeto é desenvolver um planejamento de TI para a inclusão digital, capacitação e treinamento profissional como instrumento para inclusão social dos agricultores da cooperativa COOPLANTAS. Planeja-se a metodologia de inclusão digital, capacitação e treinamento a partir mediação das experiências com a alfabetização em informação e dos objetivos definidos na pesquisa. Desenvolve-se um modelo com o desenvolvimento das habilidades em informação, e nas fases que requerem um processo de aprendizagem no aprender a informar-se, e comprova-se que o desenvolvimento do senso crítico são determinantes para a formação de cidadãos, pois uma vez que, saber manejar um computador e dispor dos conteúdos que a internet oferece, é realmente, usufruir das novas tecnologias e participar da sociedade da informação, que facilitam a tomada de decisão e a solução de problemas com sucesso em suas tarefas.

A partir do problema de pesquisa identificado define-se o objetivo de promover a inclusão digital, capacitação e treinamento profissional como ferramenta de extensão rural dos agricultores da cooperativa COOPLANTAS de Itapeva excluídos digitalmente, neste caso, agricultores familiares, utilizando as tecnologias

da informação como instrumento de construção e exercício da cidadania por meio da proposta de treinamentos.

2 I REFERENCIAL TEÓRICO

Para melhor compreensão dos temas estudados, este referencial teórico é subdividido em três partes, a primeira relaciona conceitos, aplicações da alfabetização em informação, exclusão digital, inclusão digital; a segunda parte contempla a tecnologia de informação, planejamento, planejamento estratégico de tecnologia de informação, conceitos, aplicações de capacitação e treinamento profissional e a terceira e última parte, agricultura familiar, cooperativismo e cooperativa, suas definições e características.

2.1 Alfabetização em informação

Um cidadão alfabetizado em informação é aquele que reconhece a necessidade da informação e a organiza-a para uma aplicação prática, integrando a nova informação a um corpo de conhecimento existente e usa-a para solucionar problemas (LENOX, 1992). O acesso a informação digital é uma parte importante da alfabetização em informação, mas saber manejar softwares diversos, base de dados, navegar na rede, não garante a alfabetização em informação, e sim pensar e raciocinar, este é o núcleo da alfabetização em informação. Segundo Shapiro (1996), engloba-se desde o conhecimento do cidadão de como usar o computador e acessar a informação até a sua reflexão crítica sobre a natureza da tecnologia da informação, sua infraestrutura e seu impacto no contexto social e cultural.

2.2 Exclusão digital

A exclusão digital é uma das consequências sociais, econômicas e culturais da desigualdade da distribuição e do acesso às tecnologias de informação e comunicação (TICs), e a generalização ao acesso é, antes de tudo, um instrumento para diminuir os danos sociais do ponto de vista da luta contra a desigualdade (SORJ et al., 2005). Segundo Schwartz (2012), a exclusão digital não significa a pessoa não ter computador ou celular, mas serem incapazes de pensar, criar e de organizar novas formas que sejam justas e dinâmicas de produção e distribuição da riqueza simbólica e material. Sendo assim, a sociedade pode ter acesso às diversas informações disponíveis na internet e dessa forma, disseminar e produzir muitos conhecimentos. Mas a falta de infraestrutura da internet, em suas vias de acesso são um problema para as áreas urbanas e rurais, e na grande maioria a banda larga só está acessível nos centros urbanos, dificultando os acessos as pessoas de baixa renda que vivem em zonas rurais (LÜBECK, 2004).

Outro obstáculo à inclusão digital nas zonas rurais, refere-se à ausência

de conteúdo específicos para essas comunidades. De acordo com Sorj (2005), ter acesso a internet, significa ter acesso a um vasto banco de informações e serviços, e um imenso repositório de conteúdo e serviços merece e deve estar disponível a todas as pessoas, independentemente do local.

A exclusão digital e social estão relacionadas e influenciam-se mutuamente, e o acesso a informação com o auxílio do conhecimento de tecnologias da informação e o uso da internet pode-se ampliar as oportunidades, melhorar a qualidade de vida e reforçar a cidadania, e partir destas tecnologias, os cidadãos estão propensos a ter as oportunidades na econômica, política, educação, cultural e social. De outra forma, acesso ao conhecimento da informação, aplicações, seus recursos tecnológicos, é de grande importância para o processo de inclusão social (WARSCHAUER, 2003).

No caso do Brasil, o problema da exclusão digital e social é grande, pois o país possui uma grande extensão territorial e com enorme desigualdade social, o problema se torna ainda mais grave, afirma Demo (2005).

[...] é problema agudo de países atrasados, mas acomete também vastas camadas em países avançados, porque muitos adultos/idosos não se propõem mais inserir-se na sociedade digital com autonomia. Usam produtos digitais como consumidores (da nova mídia, por exemplo), mas não se dispõem mais a desenvolver habilidades digitais de manejo próprio.

Somente possuir um computador, smartphone ou tablet não é, definitivamente, inclusão digital. É necessário ensinar a utiliza-los em benefício próprio e coletivo e capacitando os segmentos excluídos da população.

2.3 Inclusão digital

A inclusão digital é garantir de um modo democrático, o acesso as tecnologias de informação e comunicação (TICs), e o uso de todos os seus recursos e ferramentas disponíveis, para todos os segmentos sociais, sendo imprescindível para o exercício da cidadania, no qual o motor social se encontra no acesso e na manipulação da informação, que é muito importante a formação e alfabetização informática, e formam-se pessoas aptas a extrair os benefícios do universo digital, aumentando seu conhecimento e práticas em informática para que seja útil em sua cidadania (SILVA et al., 2005).

Os três requisitos para a inclusão digital são:

- Ter a posse de um computador, smartphone ou tablet;
- Dispor do acesso à internet;
- Ter o domínio das ferramentas da internet.

Mas o fato de se ter ou comprar um computador, smartphone ou tablet

não é, inclusão digital, pois, é necessário criar estímulos para a alfabetização em informática, as condições de uso e de sua aplicabilidade, permitindo ampliar o seu conhecimento (BONILLA et al., 2011). O Brasil encontra-se em uma sociedade dividida em duas classes:

- Os digitalmente incluídos: as pessoas que têm acesso às tecnologias de informação, com maiores recursos financeiros.
- Os digitalmente excluídos: as pessoas que não possuem acesso ao recurso social primário (informação).

No Brasil são visíveis as causas da exclusão digital, são elas:

- A falta de investimentos em educação;
- A falta de oportunidades;
- E condições dignas de existência.

Aliás, as possibilidades que as tecnologias de informação oferecem aos cidadãos em termos políticos, econômicos, sociais e culturais não são distribuídas e usufruídas por todos de forma igualitária, as classes sociais que estão de posse destes privilégios tornam-se mais privilegiadas em relação ao acesso das informações e como utiliza-las para o seu proveito (BARROS et al., 2007).

(...) a inclusão digital é um elemento importante nas políticas para a Sociedade da Informação, especialmente naqueles países que apresentam um maior grau de desigualdade social, que advém de processos históricos de sua formação. Nesses casos, o desafio é duplo: superar antigas deficiências e criar competências requeridas pelas novas necessidades culturais e socioeconômicas da sociedade.

Contudo, a inclusão digital e o acesso à informação presente nos meios digitais e que possibilita a assimilação e reelaboração destes novos conhecimentos, vindo a contribuir para uma vida melhor das pessoas (SILVA et al., 2005). A inclusão digital representa a expressão pronta a promover e desenvolver uma cidadania digital a qual venha a contribuir na construção de uma sociedade mais igualitária (SILVA et al., 2005). Portanto promover a inclusão digital, mostrando que a tecnologia da informação e comunicação (TICs) junto com o acesso à internet pode auxiliar as tarefas dos agricultores rurais, solucionando problemas técnicos que surgem no seu dia a dia dentro de suas propriedades, utilizando-se de ferramentas e serviços disponíveis voltados ao agricultor rural, além de instruir sobre a melhor forma de obter informações a respeito do setor agropecuário brasileiro permite o desenvolvimento do mesmo.

2.4 Inclusão digital na área rural

O crescimento industrial e tecnológico no Brasil, força os agricultores rurais a adequar-se as novas tecnologias obtendo assim, o conhecimento e informações atuais e constantes. Estas novas tecnologias trazem a facilidade de comunicação, a troca de informações, e a possibilidade de ter conhecimento sem precisar sair de suas propriedades. Porém, nas áreas rurais faz-se necessário que a população seja alfabetizada digitalmente, superando os gastos de infraestrutura e os familiarizando com o mundo virtual (VIEIRO et al., 2011).

Conforme Sorj (2003), para obter a inclusão digital são necessários estes cinco fatores:

- a. a existência de infraestruturas físicas de transmissão;
- b. a disponibilidade de equipamentos/conexão de acesso (computador, modem, linha de acesso);
- c. o treinamento no uso de instrumentos do computador e internet;
- d. a capacitação intelectual e inserção social do usuário, produto da profissão, do nível educacional e intelectual, e de sua rede social que determina o aproveitamento efetivo da informação e das necessidades de comunicação pela internet;
- e. a produção e o uso de conteúdo específicos adequados às necessidades dos diversos segmentos da população.

Mas o grande problema das áreas rurais é a infraestrutura, pois ocorre a falta de conectividade, comunicação, falta de investimento da tecnologia, enquanto nas áreas urbanas não existe fronteiras entre cidades, estados ou países segundo afirma Sorj (*apud* VIEIRO et al., 2011). As áreas rurais não devem ser consideradas como um local distante e atrasado, mas sim como um ícone de diversidade e desenvolvimento, que está em crescimento e aproxima-se cada vez mais das áreas urbanas. Portanto, para a reduzir da exclusão digital não é apenas investir em equipamentos, mas investir na conectividade, pois este é um grande desafio para os locais com menos recursos geográficos, sendo importante para o processo de desenvolvimento regional no contexto da sociedade do conhecimento.

Segundo Gasparetto (2006), o analfabetismo digital é afetado pela capacidade de aprendizado, conectividade e disseminação de informações, e pode-se gerar problemas na vida das pessoas. E quando há inclusão digital as informações são transformadas em conhecimentos que irão permitir oportunidades econômicas, sociais e políticas. Portanto, a inclusão digital está associada à alfabetização digital, e está ocorre pela convivência em contexto (escola, trabalho e lar), por pessoas

dispostas a orientar estas pessoas com dificuldades e assim, ensiná-las a manusear as novas tecnologias de informação.

De acordo com Sorj (2003) as informações da internet como forma de conhecimento, desenvolvimento pessoal e profissional depende da capacitação do usuário, e para acabar com as desigualdades ao acesso das tecnologias nas zonas rurais é necessário buscar incentivo e políticas que garantam que os agricultores consigam ter o acesso ao conhecimento e capacitação e disponibilidade desta tecnologia nas áreas rurais.

3 I PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

As ações do planejamento estratégico incorporam-se a arte da estratégia, bem como a visão sistêmica do modelo de negócio e de forma orientada, estabelece formas de conduta e subsídios essenciais aos processos de apoio para posicionamento decisório. Segundo Almeida (2001) o “Planejamento Estratégico é uma técnica administrativa que procura ordenar as ideias das pessoas, de forma que se possa criar uma visão do caminho que se deve seguir.”

Neste ponto de vista, o “Plano Estratégico” entende-se como o principal documento para a consolidação dos objetivos e metas nas empresas de uma forma geral. É essencial para a viabilidade das pequenas empresas, equivalendo-se em importância pela concepção, à implantação e contínuo monitoramento de um plano de negócio. É importante que o planejamento estratégico enxergue além da organização e considere os reflexos dos fatores externos aos rumos e planos futuros, e defina todos os entrantes, metas, objetivos, estratégias, políticas de atuação e ações a serem implementadas para que a empresa como um todo possa maximizar o atendimento às expectativas dos clientes externos, clientes internos, colaboradores, acionistas, comunidade e fornecedores (DRUKER, 1999).

3.1 Planejamento estratégico de tecnologia da informação (PETI)

O planejamento estratégico é a estruturação de todas as informações necessárias para o funcionamento da organização, que se propõe a auxiliar a organização no apoio à tomada de decisões do negócio, sejam operacionais, táticas ou decisões estratégicas, no que diz respeito a sua qualidade, produtividade, efetividade, rentabilidade, modernidade inteligência competitiva e inteligência empresarial. Buscando implementar soluções de processos mais eficientes, a ampliação da flexibilidade de suas rotinas e o desenvolvimento de serviços inovadores, com o objetivo de alinhar rotinas e tornar a infraestrutura de serviços digitais mais eficaz (CHIAVENATO, 2010).

Segundo Kotler (2002) o planejamento estratégico, é um processo gerencial que se desenvolve e mantém ajustes viáveis entre os objetivos, as habilidades, os

recursos de uma organização e as oportunidades de um mercado em constante mudança. E seu objetivo é dar forma aos negócios e produtos da empresa, possibilitando os lucros e crescimento almejados. Kotler (1992) afirma que o planejamento estratégico, encoraja a empresa a pensar sistematicamente no futuro e de melhorar as interações entre os executivos da empresa, obrigando a empresa a definir melhor seus objetivos e suas políticas, proporcionando uma melhor coordenação dos esforços da empresa e proporcionando padrões de desempenho fáceis de controlar.

Conforme Kim (et al. 2005) o planejamento estratégico é a atividade básica da estratégia, o processo que deve empenhar-se mais em desenvolver a sabedoria coletiva, envolvendo a organização na sua totalidade, ao invés de fazer previsões e definir objetivos de cima para baixo ou de baixo para cima. Reforça-se que o processo de planejamento estratégico é a principal atividade gerencial, no sentido de que todas as organizações executam, e consomem sua elaboração, implementação e acompanhamento.

De acordo Rezende (2003) o PETI é um processo dinâmico e interativo para estruturar estratégica, tática e operacionalmente as informações organizacionais, a TI e seus recursos, os sistemas de informações, as pessoas envolvidas e a infraestrutura são necessárias para a tomada de todas as decisões, ações e respectivos processos da organização. O PETI é muito importante devido à necessidade que as organizações sejam competitivas e inteligentes, dadas as mudanças frequentes nos ambientes interno e externo, gerando assim a atualização constante do planejamento de uso das informações, apoiados pela TI, e os resultados consistam em garantir que as informações em todas suas dimensões organizacionais tenham a consistência e a amplitude objetivadas.

Conforme Amaral (et al. 2000) a implementação de um PETI resulta em mudanças nos aspectos estruturais, funcionais e tecnológicos da organização. O PETI deve garantir a aproximação entre TI e negócio, por meio de processos mais eficientes, comunicação mais transparente e fluida, rotinas simplificadas, tarefas automatizadas e desenvolvimento de serviços inovadores e integrados, segurança da informação e de acesso a dispositivos, infraestrutura e soluções para gestão com agilidade e eficiência. Segundo Boar (2002) a evolução futura de TI se observa a análise da situação atual do negócio e de TI, a formulação das estratégias futuras de negócio e de TI, a implementação das estratégias, incluindo o plano de desenvolvimento de metas e objetivos a serem alcançados.

3.2 Conceito de educação para capacitação em TI

A educação é a influência do ambiente social sobre a pessoa ao decorrer de sua vida, adaptando-se as normas e valores sociais da sociedade que vive.

Ao decorrer da vida, temos vários tipos de educação: educação social, religiosa cultural, política, moral e profissional, e a pessoa absorve conforme suas inclinações e predisposições, enriquecendo seus comportamentos. A educação profissional constata o direito ao homem de desenvolver suas habilidades, competências e a auto realização, por meio do exercício do trabalho em vários setores produtivos. Isto é, proporciona-se ao trabalhador, mediante o conhecimento, a apropriação e a transformação do processo de produção, aproveitando as potencialidades do seu desenvolvimento técnico (MANÇANO; MOLINA, 2004).

A educação profissional visa a capacitação das pessoas e é baseado nas necessidades atuais das organizações, e relaciona-se com as habilidades e capacidades exigidas pelo cargo, utiliza-se de novos conhecimentos e conceitos, mudando as atitudes conservadoras (CHIAVENATO, 2015). Compreende-se três etapas distintas da educação:

- Formação profissional: é a educação que prepara a pessoa para uma profissão;
- Desenvolvimento profissional: é a educação profissional que aperfeiçoa a pessoa para uma carreira dentro de uma profissão;
- Treinamento: é a educação profissional que adapta a pessoa para um cargo, em um curto prazo.

4 | TREINAMENTO

É um processo educacional focado em curto prazo, aplicado de maneira organizada e adquire-se conhecimentos, habilidades, e competências em função dos objetivos organizacionais definidos, ou seja, é o ato de aumentar o conhecimento e perícia da pessoa para a execução de determinado trabalho ou tarefa, desenvolvendo habilidade motora até conhecimentos técnicos, e aptidões administrativas. Além disso, o treinamento é um investimento da empresa, capacitando as pessoas para reduzir ou eliminar a diferença entre seu desempenho atual e o desempenho desejado para o alcance dos objetivos organizacionais.

4.1 Conteúdo do treinamento

Conforme Chiavenato (2015) o conteúdo do treinamento envolve cinco tipos de mudanças comportamentais e podem ser aplicados isoladamente, destaca-se:

- Transmissão de informação: é um corpo de conhecimentos de informações sobre a empresa, seus produtos, serviços, organização e políticas, regras e regulamentos, para que os treinados saibam o que fazer, como, quando e onde;

- Desenvolvimento de habilidades: é um treinamento orientado para a execução adequada das tarefas e operações;
- Desenvolvimento de atitudes: trata-se da mudança comportamental das pessoas, aumento de motivação, treinamentos;
- Criação de competências individuais: desenvolve-se as competências duráveis nas pessoas, como o conhecimento, habilidades, julgamento e atitudes frente a situações.

O objetivo do treinamento é preparar as pessoas para a execução imediata de suas tarefas, proporcionando oportunidades para o seu desenvolvimento contínuo em seu cargo, e em outras tarefas mais complexas, mudando suas atitudes, aumentando sua autoestima e tornando-as mais receptivas. Ou seja, é um processo de aprimoramento e crescimento pessoal contínuo do funcionário, com vista à carreira futura e não apenas sua função atual. É importante enfatizar que o treinamento é feito sob medida de acordo com as necessidades da organização, a medida que a organização cresce e suas necessidades mudam, e o treinamento deve atender suas necessidades adequando-se periodicamente. Há empresas com treinamentos no foco do crescimento organizacional, quando a empresa estipula objetivos e estratégias para assim atingir metas futuras.

4.2 Tecnologias de treinamento

A TI influencia os métodos de treinamentos, utilizando os recursos didáticos, pedagógicos e institucionais, auxilia a redução dos custos operacionais, e propõe-se novas técnicas de treinamentos como:

- Recursos audiovisuais: o CD-ROM e o DVD gravam os programas de treinamentos e pode-se distribuí-los em vários locais diferentes, em qualquer tempo ou ocasião;
- Teleconferência: é o uso de equipamento de áudio e vídeo que permite que as pessoas participem de reuniões mesmo que distantes, entre si e em outros locais;
- Comunicações eletrônicas: utilizando o correio de voz, a pessoa atua como fonte enviando uma mensagem as demais dentro da rede da empresa;
- Correio eletrônico: o e-mail permite que as pessoas se comuniquem com as outras através de mensagens eletrônicas pela internet ou intranet;
- Tecnologia multimídia: é a comunicação eletrônica que integra a voz, vídeo e texto transportados por fibras óticas.

Com estes recursos pode-se aplicar cursos e formar os profissionais em vários lugares ao mesmo tempo, aprimorando seus conhecimentos e suas habilidades,

otimizando os custos e tempo das empresas (CHIAVENATO, 2015).

4.3 Ciclo do treinamento

Treinamento é um ato intencional que fornece os meios para possibilitar a aprendizagem. Aprendizagem é um fenômeno que surge no indivíduo como resultado de seus esforços, e propicia uma mudança em seu comportamento que ocorre diariamente. O treinamento orienta-se pelas experiências de aprendizagem no sentido positivo, benéfico e suplementa-lo com atividades planejadas no intuito de que as pessoas nos níveis da empresa, desenvolvem-se rapidamente seus conhecimentos, habilidades e atitudes. Sendo assim, o treinamento possui uma sequência programada de eventos e um processo contínuo, cujo ciclo renova-se semestralmente ou anualmente (CHIAVENATO, 2015).

Em termos amplos o treinamento envolve um processo que é composto por quatro etapas, destaca-se:

- Levantamento de necessidades de treinamento diagnóstico;
- Programação de treinamento para atender as necessidades;
- Implementação e execução do programa de treinamento;
- Avaliação dos resultados.

4.4 Planejamento do treinamento

Segundo Chiavenato (2015) a programação do treinamento requer um planejamento que envolve, dentre outros, os seguintes itens:

- Abordagem do treinamento: uma necessidade específica de cada vez;
- Objetivo: definição clara do objetivo do treinamento;
- Divisão do trabalho: desenvolve-se em módulos, pacotes ou ciclos;
- Determinação do conteúdo de treinamento: considera-se os aspectos de quantidade e qualidade de informação;
- Escolha dos métodos de treinamento: considera-se a tecnologia disponível.

Geralmente, o planejamento do treinamento é uma decorrência do diagnóstico das necessidades, e os recursos colocados à disposição do treinamento estão relacionados com a problemática diagnosticada.

4.5 Avaliação do treinamento

O programa de educação e treinamento deve-se ter uma avaliação de sua eficiência considerando alguns aspectos:

- Aumento dos conhecimentos das pessoas envolvidas;
- Aumento das habilidades;
- Mudanças de atitudes e comportamentos;
- Aumento da eficiência individual das pessoas;
- Aumento do conhecimento tecnológico.

Neste contexto, é importante que se aplique avaliações durante o semestre para nivelar o conhecimento da sala de aula sobre o conteúdo apresentado. A avaliação auxilia o aperfeiçoamento do conhecimento e desenvolvimento de habilidades, e possibilita o desenvolvimento do senso crítico em situações do cotidiano profissional.

4.6 Agricultura familiar

A agricultura familiar é caracterizada pela produção agrícola de pequenas propriedades manufaturadas por produtores que empregam em geral, mão de obra familiar, e a família é a dona da terra e dos meios de produção, que é pouco incrementada por fertilizantes, e sua maior parte é voltada para a produção de alimentos e bens de consumo. Portanto o agricultor tem conhecimento da importância do aproveitamento do solo, a conservação do meio ambiente, o baixo impacto ambiental e o aumento do emprego de mão de obra. Ao contrário dos latifúndios, a agricultura familiar destaca-se pelo baixo teor químico e pelo pouco emprego de tecnologias, que é responsável pelo aumento do êxodo rural. Conforme Tomasetto (et al., 2009) o agricultor conhecedor da importância do campo para sua sobrevivência e da sua família, respeita o meio ambiente e pratica a agricultura sustentável, gerando alimentos para as futuras gerações futuras.

[...] a agricultura familiar, como forma de diversificação da produção, vem se desenvolvendo em todos os pontos do mundo e tem como característica a predominância da mão-de-obra e gerenciamento por membros da família. Ao contrário da agricultura convencional, a agricultura familiar busca equilibrar o uso dos recursos naturais atuando ativamente no processo de transição para uma agricultura sustentável. (TOMASETTO, LIMA, SHIKIDA, 2009).

Desta forma, hoje a agricultura familiar desfruta de alguns benefícios e incentivos públicos do Governo Federal como uma legislação para sua atividade (Lei 11.326), estabelecidos pelo Programa Nacional da Agricultura Familiar (PRONAF), sob o controle do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Conforme os dados apontados pelo Censo Agropecuário de 2006 no Brasil a agricultura familiar, emprega cerca de 80% da população do setor rural e totaliza cerca de 40% da produção agrícola, apesar de ter menos de 20% das terras agricultáveis do país.

O Censo apresenta uma importante relação entre o número de estabelecimentos da agricultura familiar e o tamanho do território que eles ocupam, ou seja, 84,4% dos estabelecimentos rurais brasileiros estão dentro do perfil “estabelecimentos da agricultura familiar”, e ficam com apenas 24,3% do território ocupado no campo brasileiro. Os outros 15,6% dos estabelecimentos representam a agricultura “não familiar”, ou seja, o agronegócio, que por sua vez, fica com 75,7% das áreas ocupadas, estas informações evidenciam como é grande a concentração de terra no Brasil, já que cerca de 15% dos proprietários de terra concentram mais de 75% da área produtiva do país.

A Organização das Nações Unidas (ONU) ciente destes dados elaborou um relatório sobre a agricultura familiar afirmando que ela é responsável por 80% de toda produção mundial de alimentos, são mais de 500 milhões de produtores rurais no mundo, ocupando 90% de todas as propriedades agrícolas, e a sua importância para a economia e o abastecimento alimentício mundial é tão relevante que a ONU lançou em 2014 o Ano Internacional da Agricultura Familiar (AIAF) promovendo uma série de palestras, debates a respeito à agricultura familiar no Brasil e no mundo.

Segundo dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) apontam que a agricultura familiar no Brasil apresenta-se com um número acima dos 4 milhões de estabelecimentos familiares em território nacional e que responde por 38% do Produto Interno Bruto (PIB) Agropecuário do País, o equivalente a um montante de 54 bilhões de reais na produção rural do país, e responde pelo emprego de mais de 14 milhões de trabalhadores rurais, o que corresponde a 74% da mão de obra empregada no campo, sendo a principal fonte de alimentos do país.

Conforme Teixeira (2005) é importante os pequenos agricultores buscarem modernização da agricultura e para o seu consumo de alimentos, favorecendo a produção familiar na medida em que os mercados locais se tornam opções viáveis para o produtor rural, contribuindo para o crescimento econômico e para a geração de emprego especialmente no campo, influenciando diretamente no combate ao êxodo rural, e com isso para a qualidade de vida nos centros urbanos.

[...] através da modernização da agricultura, os produtores buscam melhores condições de enfrentar as dificuldades impostas pela natureza no que concerne à produção e melhorar alguns fatores necessários. Assim, através de uma artificial conservação e fertilização do solo, mecanização da lavoura, seleção de sementes, dentre outros recursos, busca-se a obtenção de maior produtividade. (TEIXEIRA, 2005).

Segundo Kherallah e Kirsten (2001 *apud* FORNAZIER; WAQUIL, 2011) as estruturas organizacionais contribuem no processo de troca de informações, de conhecimentos, de tecnologias, para as cooperativas, e assim contribuem para que

elas ganhem seu espaço no mercado agrícola e fortaleçam o setor, estruturando os pequenos produtores de forma a atender as suas necessidades, e também as necessidades do mercado consumidor.

Em vista disso, as cooperativas têm o papel fundamental pois agregam valores para os pequenos produtores rurais, auxiliando-os em todas as etapas de produção. Com a necessidade de troca de informações, tecnologias e conhecimento entre seus membros, as unidades cooperativas garantem que todos seus cooperados cresçam e avancem juntos, desde que saibam se adaptar internamente e externamente as mudanças do mercado. Diferentemente do que aconteceria com produtores rurais não cooperados, que sozinhos tendem a reduzir suas margens de lucros (CAMPOS, 1998).

Nesta forma de organização os produtores rurais são beneficiados com algumas vantagens, que lhe garantem uma renda maior, beneficiam toda a cadeia produtiva, facilita o contato com as outras organizações envolvidas, aumentando suas estratégias de negociação e diminuindo o custo de transação dos produtos, adotando novas tecnologias, de apoio técnico agrícola e financeiro, e que ao final do período, são distribuídas para os cooperados (BIALOSKORSKI NETO, 2010).

Portanto é relevante salientar a importância da agricultura familiar que contribuiu para a promover o cooperativismo, e implantou as cooperativas agrícolas que são um importante instrumento para promover o desenvolvimento local e sustentável para a geração de renda para os seus cooperados e satisfazendo suas necessidades, melhorando assim sua renda e condição de vida.

5 I PLANEJAMENTO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO – CAPACITAÇÃO E TREINAMENTO

Para melhor compreensão do planejamento, este desenvolvimento é subdividido em duas partes, a primeira relacionada ao planejamento do projeto da inclusão digital, capacitação e treinamento dos cooperados, sobre conceitos, aplicações dos cursos, módulos I, II e III, com o objetivo de aumentar seus conhecimentos e contribuir na captação e a inserção dos dados gerados durante as plantações em suas propriedades; e a segunda parte relacionada ao curso voltado aos funcionários da área administrativa da cooperativa, com o intuito de aumentar e melhorar seus conhecimentos sobre as novas tecnologias que contribuem para o crescimento e desenvolvimento da cooperativa.

5.1 Planejamento da inclusão digital, capacitação e treinamento

O planejamento da tecnologia da informação de inclusão digital, capacitação e treinamento descrito, é um projeto para a extensão rural da cooperativa COOPLANTAS, que trabalha com agricultores rurais do assentamento da Agrovila

V, localizada na cidade de Itapeva no interior do estado de São Paulo, e tem como objetivo praticar a inclusão sócio digital como um meio para a inclusão social, visando uma melhoria sustentável da qualidade de vida das pessoas excluídas socialmente.

Este planejamento visa a importância na educação dos cooperados da cooperativa COOPLANTAS, e busca-se aprimorar o computador com a vida dos trabalhadores, economizando tempo e dinheiro, criando novas perspectivas e melhorando a qualidade de vida, desenvolvendo um ambiente harmônico, e ações que possibilitem a qualificação humana e profissional da comunidade da cooperativa. Desenvolve-se e incorpora-se os conhecimentos em aulas, socializa-se os saberes produzidos, compartilha-se os resultados e coopera-se para a solução do desenvolvimento e conhecimento da sociedade.

As diretrizes identificadas para o planejamento de aprendizagem:

- O desenvolvimento da capacitação das pessoas no uso das ferramentas de TICs;
- O aperfeiçoamento e melhorias na utilização do sistema, na infraestrutura e na segurança das informações da cooperativa;
- A utilização da TIC como facilitadora para a comunicações internas da cooperativa;
- O acompanhamento constante da educação nas atualizações tecnológicas.

Em busca do desenvolvimento e capacitação e treinamento das pessoas da cooperativa, modulou-se seis módulos contendo cursos sugeridos aos cooperados e administradores efetuarem durante a vigência de um planejamento estratégico de TI.

É de total responsabilidade da cooperativa COOPLANTAS garantir recursos humanos qualificados, conforme as necessidades dos módulos de aprendizagem, por meio da definição da estrutura, capacitação e recrutamento de profissionais para a adequada prestação dos serviços.

5.2 Caracterização da turma

A cooperativa é constituída por 28 pessoas, sendo a maioria especialmente mulheres com formação na 4ª série do ensino fundamental, que não possuem conhecimento algum em computador ou tecnologia de informação. Forma-se uma única turma ou divide-se em duas turmas, dependendo do local a ser aplicado as aulas.

5.3 Organização do Curso

O curso de inclusão digital é direcionado exclusivamente as pessoas que não

possuem conhecimentos sobre o computador e deve ser aplicado em um laboratório de informática, é importante disponibilizar 30 computadores para o aprendizado de aulas teóricas e práticas. O ingresso dos alunos realiza-se mediante o preenchimento de uma ficha de cadastro com as seguintes informações: Nome completo, idade, endereço, escolaridade, Número de RG e CPF.

O projeto deve dispor de um professor qualificado na área e ser responsável pela turma, sendo composta por no máximo 25 alunos. As aulas podem acontecer duas vezes na semana, conforme a disponibilidade de horários dos cooperados. O controle da participação é feito por meio de uma lista de frequência assinada pelos alunos. Ao decorrer do curso o professor deve aplicar avaliações teóricas e práticas aos alunos para acompanhar o nível de conhecimento de cada um e o aluno só poderá seguir para o próximo semestre se conseguir concluir o primeiro semestre, deixando claro que este curso deve ser ofertado aos cooperados da COOPLANTAS que não possuem conhecimento sobre o computador e tecnologia da informação, com o intuito de ampliar seu conhecimento e capacitação profissional, segundo a lista:

I. Curso de Inclusão digital: Introdução à informática

Objetivo geral: Introdução aos conhecimentos e habilidades básicos da área de informática.

Objetivos específicos: proporcionar o contato com o computador e apresentar a história, a estrutura e as ferramentas básicas para utilização do computador e da internet. Habilitar o usuário para trabalhar com computadores, periféricos, internet e sistemas operacionais, em suas atividades diárias, oferecendo aos participantes as ferramentas de informática para facilitar o acesso à informação.

Público Alvo: Pessoas sem conhecimento prévio de informática

Duração do Curso: 3 semestres – 6 módulos

Conteúdo programático:

- Conceitos de hardware e software;
- Sistemas operacionais; ambiente gráfico;
- Microsoft Windows; trabalhando com janelas;
- Windows Explorer; organizando e trabalhando com pastas e arquivos;
- Imprimindo textos e planilhas e gráficos;
- Conceitos de segurança do sistema, invasão e vírus;
- Curso prático do uso de celular e smartphone.

Recursos didáticos:

- Material didático: apostilas.
- Computador: CPU, mouse, teclado, monitor e estabilizador, celular e smartphone.

Procedimentos de avaliação: Avaliação Teórica e Prática.

Estrutura dos módulos I, II e III de aprendizado da inclusão digital

No módulo I o participante deve aprender noções de (Figura 1):

- hardware: são as partes concretas de uma máquina: como o gabinete, o teclado, o mouse, a impressora, o disco rígido, a memória, entre outros itens utilizados na fabricação de um computador ou equipamentos eletrônicos, componentes da placa mãe, dispositivos de entrada e saída do computador, etc.
- software: é o programa inserido dentro hardware que realiza diversas tarefas, é a parte lógica do computador e são compostos por comandos e declarações de dados.
- software básico: são programas utilizados para o funcionamento do sistema. Sendo capaz de gerar um ambiente de interação entre máquina e usuário. Ex.: sistema operacional, linguagens de programação, compiladores, etc.;
- ambiente gráficos, formas de impressão de textos e planilhas, etc.

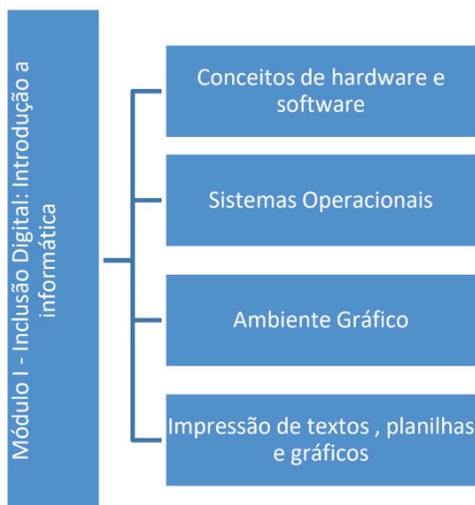


Figura 1: Módulo I de Aprendizado da Inclusão Digital

Fonte: elaborada pelos autores

No módulo II o participante deve aprender noções de (Figura 2):

- Microsoft Windows: é um sistema operacional de interface gráfica multitarefa e pode-se trabalhar com vários programas simultaneamente.
- Windows Explorer: é utilizado para a cópia, exclusão, organização, movimentação e todas as atividades de gerenciamento de arquivos, pode-se também ser utilizado para a instalação de programas.
- Segurança da informação: conceitos, mecanismos, características básicas e seus atributos de confidencialidade, integridade e disponibilidade, informações eletrônicas ou sistemas de armazenamento;
- Ameaças, invasões e vírus.

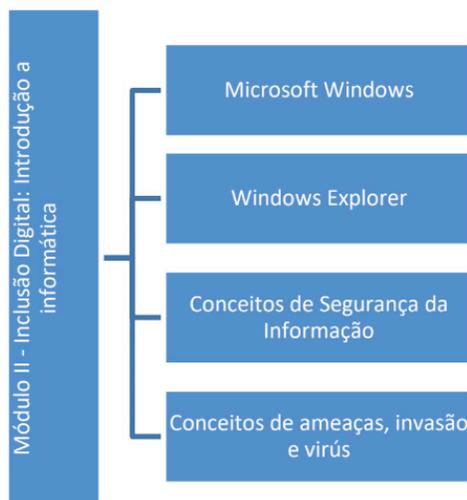


Figura 2: Módulo II de Aprendizado da Inclusão Digital

Fonte: elaborada pelos autores

No módulo III o participante deve aprender noções de (Figura 3):

- edição de texto;
- edição e inserção de dados em planilha;
- preenchimento e a movimentação de dados;
- pesquisa na internet;
- utilização correta de um celular ou smartphone para contribuir com a coleta de dados para a cooperativa.

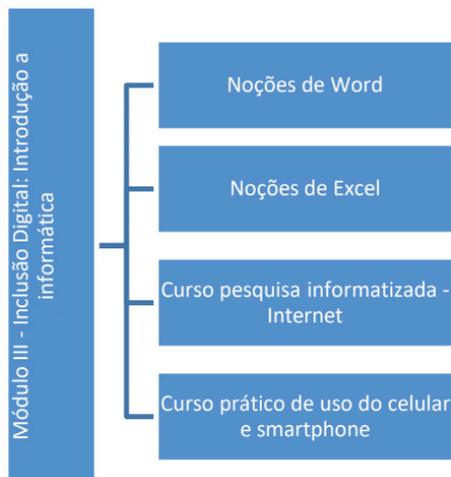


Figura 3: Módulo III - Aprendizado da inclusão digital

Fonte: elaborada pelos autores

Neste contexto apresenta-se três módulos por semestre com vários cursos que visa contribuir com a inclusão digital, capacitação e treinamento profissional adequada para agricultores da cooperativa. Capacitando-os a utilizar a internet e outros recursos computacionais para a solução de problemas práticos da vida cotidiana e profissional, proporcionando não somente a inclusão digital, mas também a inclusão social dentro da sua sociedade. É importante ressaltar que as aulas devem ser ministradas por um profissional qualificado na área, contratado pela direção da cooperativa COOPLANTAS, e que acompanhe o desenvolvimento do aluno em cada módulo através da aplicação de provas teóricas e práticas, pois o este só poderá prosseguir ao próximo módulo depois de entender, compreender e concluir o conteúdo do módulo anterior.

É importante ressaltar que assim que os cooperados concluírem os três semestres do curso estarão aptos a contribuir com informações para o sistema da cooperativa, e assim, saberem administrar o seu tempo, cumprirem com todas as atividades exigidas, buscarem estímulos para vencerem, serem competitivos, superarem dificuldades e absorverem novos conhecimentos, assegurando assim a qualidade e agilidade da informação para a cooperativa, e contribuindo para o seu crescimento organizacional.

II. Curso Capacitação e Treinamento: Ferramentas para a Gestão

Este curso é proposto para os cooperados que atuam na área administrativa e/ou os profissionais de gestão que pela cooperativa são contratados para a gestão

das atividades de planejamento do plantio, captação de negócios, gestão dos ativos, finanças e demais atividades da cooperativa.

Composto de 3 módulos, abordam as ferramentas computacionais necessárias para uma gestão que possibilite a geração e produção da informação em tempo hábil para a tomada de decisão e gestão dos processos internos.

Estrutura dos módulos IV, V e VI de aperfeiçoamento do conhecimento

No módulo IV o participante deve aprender a (Figura 4):

- executar tabelas, planilhas e listas personalizadas;
- utilizar funções e fórmulas;
- realizar o plano de negócios;
- validar dados;
- auxiliar na gestão do banco de dados;
- importar planilhas do Excel;
- analisar grande quantidade de informações das tabelas;
- gerenciar os dados do Excel.

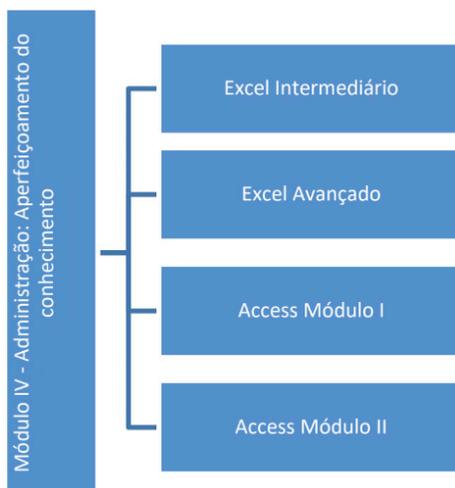


Figura 4: Módulo IV – Aperfeiçoamento do Conhecimento

Fonte: elaborada pelos autores

No módulo V o participante deve aprender sobre:

- segurança da informação, conceitos, mecanismos, características básicas e seus atributos de confidencialidade, integridade e disponibilidade,

informações eletrônicas ou sistemas de armazenamento;

- ameaças, invasões e vírus e como proteger as informações;
- utilização de aparelhagem de tecnologia avançada para avaliar e acompanhar de maneira mais precisa as condições das áreas de atividades agronômicas baseada no princípio da variabilidade do solo e clima;
- utilização de GPS e sensores na plantação;
- demonstração da rotina de um setor administrativo, relacionando conceitos a práticas mais eficientes;
- estruturas administrativas;
- principais atividades administrativas;
- as melhores formas de organização.

No módulo VI o participante deve aprender a (Figura 5):

- ampliar competências gerenciais;
- conhecer o planejamento estratégico;
- conhecer as técnicas e ferramentas de um planejamento;
- conhecer as técnicas de direcionamento e controle;
- aumento da eficiência do trabalho.

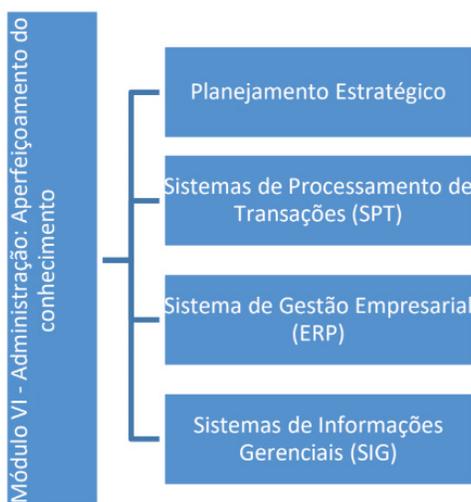


Figura 5: Módulo VI – Aperfeiçoamento do Conhecimento

Fonte: elaborada pelos autores

É importante salientar a participação dos administradores da cooperativa a participarem dos cursos sugeridos, para ampliar seu conhecimento na área da tecnologia da informação, administração e gestão, contribuindo com o seu conhecimento na implementação do planejamento estratégico da TI dentro da cooperativa, sendo o papel fundamental na gestão e disponibilidade da informação, na integração de suas planilhas eletrônicas, no sistema, e no fortalecimento da segurança da informação para atenuar a vulnerabilidade dos ativos de informação. Destaca-se a busca por constante atualização tecnológica, como computação em nuvem, novas ferramentas, banco de dados, novas linguagens, programação, tecnologias móveis, e automação dos processos de trabalho, para a obtenção da maturidade de TICs que permite aumentar o aproveitamento da tecnologia, potencializar a produtividade, trabalhar com maior eficácia, eficiência e economicidade.

6 | CONCLUSÃO

Portanto conclui-se que os agricultores familiares da cooperativa COOPLANTAS, de Itapeva, não utilizam no seu dia a dia, a informática e as tecnologias de informação e comunicação como ferramentas comunicação e de gestão, pelo principal motivo que é o não conhecimento de seu funcionamento e não compreenderem a importância dessas novas tecnologias. Desta forma, é importante suprir essa necessidade com a realização da inclusão digital, da capacitação e do treinamento profissional com metodologias participativas, construídas por meio de ensino e aprendizagem aos agricultores, capacitando-os em temas importantes para a gestão de suas propriedades rurais e das organizações sociais das quais participam.

Apesar da inclusão digital colaborar para melhorar a prática da gestão, é necessário que esses cooperados recebam capacitações estruturantes, que fortaleça os laços de liderança, o planejamento estratégico de ações a gestão aplicada nas dimensões administrativas, organizacionais e de comercialização dos produtos. Em vista disso, é fundamental para essa ação buscar parcerias entre instituições de ensino, cooperativas, associações, instituições de assistência técnica e poder público, desde a sua concepção até sua finalização visando o conhecimento e a ampliação do acesso à informação, mantendo-os motivados para a capacitação.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. I. R. **Manual de planejamento estratégico**: desenvolvimento de um plano estratégico com a utilização de planilhas Excel. São Paulo: Atlas, 2001.

AMARAL, L.; VARAJÃO, J. **Planejamento de Sistemas de Informação**. Lisboa: FCA, 2000.

BARROS, S.; ANDRADE, R.S.; FERREIRA, F.; NASCIMENTO, L.; FERREIRA, F.; SIMÕES, C.; SILVA, H.P.; JAMBEOR, O. **Digitalizando a Inclusão Social**: o caso do Liceu de Artes e Ofícios da Bahia. In: JAMBEIRO, O., SILVA, H.P. e BORGES, J. (Org.). *Cidades Contemporâneas e Políticas de Informação e Comunicações*. Salvador (BA); Ed. UFBA, 2007.

BIALOSKORSKI, N. S. **Agronegócio cooperativo**. In: BATALHA, M. O. *Gestão agroindustrial*. 3ª ed. – 4ª reimpr. São Paulo: Atlas, 2010, cap. 12, 711 – 734.

BOAR, B. H. **Tecnologia da informação**: A Arte do Planejamento Estratégico. São Paulo: Berkeley, Brasil, 2002.

BONILLA, M. H. S.; PRETTO, N. D. L. Org. **Inclusão digital**: polêmica contemporânea [online]. Salvador: EDUFBA, 2011, pp. 23-48. ISBN 978-85-232-1206-3. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/qlgmr/pdf/bonilla-9788523212063-03.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2018.

CAMPOS, G. L. R. de. **Cooperativismo agrário e integração econômica**: a agricultura familiar no Mercosul. Passo Fundo: Ed. iupf, 1998.

CHIAVENATO, I. **Gestão de pessoas**: o novo papel dos recursos humanos nas organizações. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

CHIAVENATO, Idalberto. **Recursos humanos**: o capital humano das organizações. 10ª Edição, São Paulo: Atlas, 2015.

DEMO, P. **Inclusão digital**: cada vez mais no centro da inclusão social. *Inclusão Social*, Brasília, v. 1, n. 1, p. 36-38, 2005. Disponível em: <<http://www.abed.org.br>>. Acesso em: jan. 2018.

FORNAZIER, A.; WAQUIL, P. D. **A importância do cooperativismo na inserção de pequenos produtores nos mercados**: o caso da produção de maçã na serra catarinense. In: COLÓQUIO: AGRICULTURA FAMILIAR E DESENVOLVIMENTO RURAL, 3., 2011, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: UFRGS, 2011.

KIM, W. C.; MAUBORGNE, R. **A estratégia do oceano azul**: como criar novos mercados e tornar a concorrência irrelevante. Trad. Afonso Celso da Cunha Serra. 16ª reimpressão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

KOTLER, P. **Administração de marketing**: análise, planejamento, implementação e controle. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1992.

KOTLER, P. **Administração de marketing**. 10. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

KHERALLAH, M.; KIRSTEN, J. **A nova economia institucional**: pedido de pesquisa de política agrícola em países em desenvolvimento. Instituto Internacional de Pesquisa sobre Políticas Alimentares (IFPRI), MSSD Discussion Paper No. 41, Washington, 2001.

LENOX, M. F.; Walker, M. L. **Information literacy**: challenge for the future. *International Journal of Information and Library Research*, v.4, n.1, p.1-18, 1992.

LÜBECK, E. **A exclusão digital e a apropriação da internet no contexto rural brasileiro**. 2004. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2004.

MANÇANO, B. M.; MOLINA, M. C. **O campo da educação do campo**. In MOLINA, M. C.; JESUS, S. M. S. A. de. (Orgs) Contribuições para a construção de um projeto de Educação do Campo. Brasília, DF, Articulação Nacional Por uma Educação do Campo, 2004. Coleção Por Uma Educação do Campo, nº. 5.

REZENDE, D. A. **Alinhamento do planejamento estratégico da tecnologia da informação ao planejamento empresarial**: proposta de um modelo e verificação da prática em grandes empresas brasileiras. 2002. 286p. Tese (Doutorado). EPS/UFSC, Florianópolis, 2003.

RIOS, L. O. **Cooperativas brasileiras**: manual de sobrevivência & crescimento sustentável. São Paulo: editora. STS, 1998.

SCHWARTZ, C. **Relações de gênero e apropriação de tecnologias de informação e comunicação na agricultura familiar de Santa Maria**. Tese de doutorado. PPGER UFMS, RS. 2012. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/ppgexr/images/teses/ClarissaSchwartz.pdf>> Acesso em: 21 ago. 2017.

SILVA, H.; JAMBEIRO O.; LIMA J.; BRANDÃO M. **Inclusão digital e educação para a competência informacional**: uma questão de ética e cidadania. Ciência da Informação, Brasília, v.34, n. 1, p.28-36, 2005.

SHAPIRO, J.J.; Hughes, S.K. **Information literacy as a liberal art**. Educom Review, v.31, n.2, p.63-75, 1996.

SORJ, B.; GUEDES, L. E. **Exclusão digital**: Problemas conceituais, evidências empíricas e políticas públicas. Novos Estudos - CEBRAP. n. 72, julho 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_issuetoc&pid=0101-330020050002>. Acesso em: 17 fev. 2018.

SORJ, B. brasil@povo.com - **A luta contra a desigualdade na sociedade da informação**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2003.

TEIXEIRA, J. C. **Modernização da agricultura no Brasil**: impactos econômicos, sociais e ambientais. Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas Três Lagoas-MS, V 2 – n.º 2 – ano 2, p.6, 2005. Disponível em: < <http://www.ceul.ufms.br/revista-geo/jodenir.pdf>> Acesso em: 20 jan. 2018.

TOMASETTO, M. Z. C.; LIMA, J. F.; SHIKIDA, P. F. A. **Desenvolvimento local e agricultura familiar**: o caso da produção de açúcar mascavo em Capanema - Paraná. INTERAÇÕES, Campo Grande, v. 10, n. 1, p. 21-30, 2009.

WARSCHAUER, M. **Technology and social inclusion**: rethinking the digital divide. Cambridge, MA: MIT, 2003.

CAPÍTULO 12

CARACTERIZAÇÃO ÓPTICAS E MORFOLÓGICAS DE FILMES BIODEGRADÁVEIS COMPOSTOS POR FÉCULA DE BATATA, GELATINA BOVINA E QUITOSANA

Data de aceite: 01/10/2020

Francielle Cristine Pereira Gonçalves

Universidade Federal Rural do Semi Árido –
UFERSA
Mossoró, RN
<http://lattes.cnpq.br/5554547181776481>

Kristy Emanuel Silva Fontes

Universidade Federal Rural do Semi Árido –
UFERSA
Mossoró, RN
<http://lattes.cnpq.br/3191482294056161>

Mariza Cláudia Pinheiro de Assis

Universidade Federal Rural do Semi Árido –
UFERSA
Mossoró, RN
<http://lattes.cnpq.br/3427294252115931>

Anne Priscila de Castro Bezerra Barbalho

Universidade Federal Rural do Semi Árido –
UFERSA
Mossoró, RN
<http://lattes.cnpq.br/2598969054060214>

Bárbara Jéssica Pinto Costa

Universidade Federal Rural do Semi Árido –
UFERSA
Mossoró, RN
<http://lattes.cnpq.br/2011653107939973>

Dyana Alves de Oliveira

Universidade Federal Rural do Semi Árido –
UFERSA
Mossoró, RN
<http://lattes.cnpq.br/1596824210042761>

Richelly Nayhene de Lima

Universidade Federal Rural do Semi Árido –
UFERSA
Mossoró, RN
<http://lattes.cnpq.br/5885181406142070>

Ricardo Alan da Silva Vieira

Universidade Federal Rural do Semi Árido –
UFERSA
Mossoró, RN
<http://lattes.cnpq.br/1002913847003255>

Juciane Vieira de Assis

Universidade Federal Rural do Semi Árido –
UFERSA
Mossoró, RN
<http://lattes.cnpq.br/6453039303697433>

Francisco Leonardo Gomes de Menezes

Universidade Federal Rural do Semi Árido –
UFERSA
Mossoró, RN
<http://lattes.cnpq.br/3229396868250843>

Magda Jordana Fernandes

Universidade Federal Rural do Semi Árido –
UFERSA
Mossoró, RN
<http://lattes.cnpq.br/7287321742260771>

Liliane Ferreira Araújo de Almada

Universidade Federal Rural do Semi Árido –
UFERSA
Mossoró, RN
<http://lattes.cnpq.br/9699485586577114>

Diogo Silva de Aguiar Nobre

Universidade Federal Rural do Semi Árido –
UFERSA
Mossoró, RN

RESUMO: O objetivo deste estudo foi a obtenção de filmes biodegradáveis constituídos por quitosana (QT), fécula de batata (FB) e gelatina bovina (GB) e suas características ópticas e de solubilização em água. Os filmes foram produzidos com base em um planejamento experimental empregando o plano ternário de mistura, tendo como fator fixo, a 20% de matéria seca, o sorbitol. As soluções filmogênicas foram obtidas pela técnica casting e, subsequentemente, foram cortados em corpos de prova. Os resultados apontaram a concentração de quitosana na formulação dos filmes influenciou negativamente a propriedade de solubilidade, devido à influência do seu caráter hidrofóbico, já a presença da fécula de batata e da gelatina bovina tornaram os filmes mais solúveis, devido seu caráter hidrofílico. A microscopia eletrônica de varredura (MEV) indicou que algumas composições tendem a originar poros ou aglomerados de polímeros que influencia nas propriedades ópticas e de solubilidade dos materiais. No ensaio de cor e opacidade as amostras tendem a receber a coloração do componente que possua maior pigmento, no caso, a quitosana. A partir do que se foi analisado, os resultados expressam que as composições filmogênicas biodegradáveis poderiam ser aplicadas na produção de embalagens para diversas aplicações.

PALAVRAS-CHAVE: Filmes, biodegradáveis, solubilidade, MEV, embalagens.

OPTICAL AND MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF BIODEGRADABLE FILMS COMPOSED OF POTATO STARCH, BOVINE GELATIN AND CHITOSAN

ABSTRACT: The aim of this study was to obtain biodegradable films consisting of chitosan (QT), potato starch (FB) and bovine gelatin (GB) and their optical and water-solubilizing characteristics. The films were produced based on an experimental design using the ternary mixing plan, with sorbitol as a fixed factor of 20% dry matter. The filmogenic solutions were obtained by the casting technique and, subsequently, were cut into specimens. The results showed the concentration of chitosan in the formulation of the films negatively influenced the solubility property, due to the influence of its hydrophobic character, since the presence of potato starch and bovine gelatin made the films more soluble, due to their hydrophilic character. Scanning electron microscopy (SEM) indicated that some compositions tend to originate pores or clusters of polymers that influence the optical and solubility properties of materials. In the color and opacity test, the samples tend to receive the color of the component that has greater pigment, in this case, chitosan. Based on what has been analyzed, the results express that biodegradable filmogenic compositions could be applied in the production of packaging for different applications.

KEYWORDS: Films, biodegradables, solubility, SEM, packaging.

1 | INTRODUÇÃO

O aumento mundial das sociedades, junto ao colapso dos recursos naturais e elevação da produção de resíduos sólidos tem se tornado a inquietação dos

líderes mundiais, estes por sua vez, procuram assegurar a sustentabilidade ambiental e dos materiais, bem como tem sido realizado com os fabricantes de materiais que consideram temas como emissões de gases de efeito estufa, toxicidade e esgotamento de recursos e energia acionada. Tal apreensão com os assuntos ambientais e o desenvolvimento sustentável derivou progressos significativos baseado no desenvolvimento e aproveitamento de materiais biodegradáveis e/ou renováveis (DICKER et al., 2014; GURUNATHAN; MOHANTY e NAYAK, 2015).

Diante das pesquisas realizadas, a matéria prima que mais se destaca entre os materiais ambientalmente sustentáveis deriva da classe dos biopolímeros, são estes, o amido ou féculas. Suas características de biodegradabilidade, baixa cotação, e principalmente por ser um recurso renovável, eleva sua procura. Contudo, esses materiais tendem a possuir baixa flexibilidade, alta fragilidade, bem como, a elevada absorção de umidade (NARKCHAMNAN e SAKDARONNARONG, 2013). Em virtude disso, estudos vêm sendo aplicados a fim de incorporar novos materiais, como os plastificantes, como glicerol e outros Polióis, com o foco em melhorar a estrutura e propriedades destes, dentre estes a fécula de mandioca (RAMÍREZ et al., 2011, 2014; LARA e SALCEDO, 2016), amido de milho (MUSCAT et al., 2014; SALEH et al., 2017) e fécula de batata (LIANG e LUDESCHER, 2015; BALAKRISHNAN et al., 2017).

Existem diversos estudos sobre a produção de biopolímeros aplicando proteínas (do trigo, do leite, gelatina e colágeno) e polissacarídeos (quitosana, amido e goma xantana) (FERNANDES et al., 2015). A gelatina é um polímero natural que se exhibe como um pó quebradiço, translúcido, incolor e quase sem sabor. A gelatina é obtida principalmente da pele e ossos de suínos e bovinos (SHAKILA et al., 2012). Por possuir fácil aplicação e alta disponibilidade, é amplamente utilizada na indústria farmacêutica, de alimentos e cosméticos (EBNESAJJAD, 2012). Quando a gelatina é misturada com um plastificante, como glicerina ou sorbitol, forma filmes fortes, flexíveis, transparentes e impermeáveis ao oxigênio (ZHAO et al., 2008).

A quitosana é um polissacarídeo catiônico de natureza atóxica e biodegradável. É oriunda principalmente da reação termoquímica alcalina de desacetilação parcial da quitina, que é abundante na natureza e encontrada em exoesqueletos de crustáceos como caranguejo, camarão e lagosta, além de outras fontes como insetos, moluscos, fungos e algas (ZARGAR et al., 2015). Como os filmes e revestimentos de quitosana são frágeis, faz-se necessário utilizar agentes plastificantes para reduzir as forças de atrito entre as cadeias de polímeros. Os revestimentos de quitosana tem mostrado um alto efeito antimicrobiano (BALDWIN et al., 2011; HOSSEINNEJADA e JAFARI, 2016).

O amido é a principal fonte de reserva da maior parte das plantas. As principais fontes para extração do amido são o arroz, milho, trigo e a batata. A

composição química do amido varia conforme a origem botânica, seu grânulo é composto por amilose e amilopectina. Maiores concentrações de amilose melhoram a característica na formação de filmes e revestimentos, pois aumenta o número de ligações de hidrogênio entre as cadeias de amido (CABALLERO et al., 2015). Os filmes e revestimentos confeccionados com amido apresentam diversas vantagens, tais como: biodegradabilidade; baixo custo; ausência de sabor, odor ou cor e baixa permeabilidade ao oxigênio, em condições de baixa umidade relativa (BONILLA et al., 2013). Embora os filmes e revestimentos de polissacarídeos apresentem boas propriedades de barreira contra gases e lipídeos, formam uma barreira pobre ao vapor da água (ELSABEE e ABDU, 2013; LECETA et al., 2015).

Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo realizar as caracterizações físicas e ópticas de filmes compostos por quitosana, gelatina bovina e fécula de batata (*Solanum tuberosum*). A escolha desses constituintes se deu a partir de sua abundância na região do semi-árido e da probabilidade de serem fabricados com as tecnologias adaptadas à realidade da região. A avaliação será produzida com base em um planejamento central de mistura e serão obtidos modelos representativos das superfícies de resposta que concatene as propriedades à composição.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

A fécula de batata foi obtida a partir da empresa Kouzina Alimentos Saudáveis (BRASIL). A quitosana foi adquirida da empresa Polymar (BRASIL) com o grau de desacetilação a 97%. A Solução de ácido acético glacial 1 mol.L⁻¹ (PA – 99,7%) foi obtido da empresa IMPEX - Labimpex Indústria e Comércio de Produtos Para Laboratório LTDA. O sorbitol P.S. (C₆H₁₄O₆) foi obtido junto a empresa VETEC Química Fina (BRASIL). A gelatina bovina em pó, incolor e sem sabor foi adquirida da empresa Barbosa Irmãos LTDA (BRASIL).

2.2 Planejamento experimental

Foi utilizado um plano ternário de mistura, com 03 repetições no ponto central, resultando em 16 experimentos, para obtenção de um modelo de segunda ordem. As variáveis independentes utilizadas foram, os percentuais de quitosana (QT), gelatina (GB) e fécula de batata (FB). Enquanto as variáveis dependentes avaliadas foram limite de resistência a tração (LRT), módulo de elasticidade (ME) e alongamento na ruptura (AL). O plastificante sorbitol foi empregado como um elemento constante, a 20% em relação à matéria seca, durante a produção das soluções filmogênicas. O planejamento experimental com valores reais pode ser observado na Tabela 1.

Composição dos filmes			
	Quitosana (%)	Fécula (%)	Gelatina(%)
1	100	0	0
2	0	100	0
3	0	0	100
4	0	50	50
5	50	0	50
6	50	50	0
7	33,33	33,33	33,33
8	33,33	33,33	33,33
9	33,33	33,33	33,33
10	33,33	33,33	33,33
11	80	20	0
12	0	80	20
13	80	0	20
14	20	0	80
15	20	80	0
16	0	20	80

Tabela 1. matriz do plano central de mistura com valores reais.

2.3 Produção dos biofilmes

Os filmes foram produzidos a partir do método *casting* utilizando 3% de massa seca. Os materiais foram pesados em uma balança analítica de precisão digital (AY220 da MARTE) com resolução de 0,0001g do Laboratório De Processos Químicos Da Universidade Federal Rural Do Semiárido (UFERSA). As composições dos filmes foram pré-determinadas a fim de que os filmes obtivessem uma matriz homogênea e coesa possibilitando a realização das caracterizações. Após a preparação das misturas puras de cada biopolímero, a fécula de batata, a quitosana e a gelatina, os volumes de cada solução foram mensurados, com o auxílio de uma proveta graduada, de acordo com a variação dos pontos apresentados na Tabela 1. Em seguida, as misturas foram depositadas em bandejas (15 mm x 15 mm) e encaminhadas para secagem em uma estufa com renovação de ar (TE-394/1 da TECNAL) do Laboratório de Análise Química da UFERSA a uma temperatura de 50°C durante 05 horas.

2.3.1 Mistura pura à base de fécula de batata

Inicialmente, foram produzidas as misturas puras das composições de fécula de batata, gelatina e quitosana. A fécula de batata, juntamente com o sorbitol e a água destilada foram incorporados sob agitação constante por um agitador magnético com aquecimento (ref. 752a da FISATOM), por aproximadamente 40 min

em um banho térmico, a uma temperatura de aproximadamente 90°C, até a completa gelatinização da fécula, com base na metodologia de FADEYBI et.al. (2014).

2.3.2 Mistura pura à base de gelatina bovina

A gelatina bovina, inicialmente, foi hidratada por uma hora com 70% da água destilada utilizada para a composição da mistura e em seguida, combinada ao sorbitol e aos 30% de água destilada restantes. Essa combinação foi homogeneizada por um agitador magnético com aquecimento (ref. 752a da FISATOM), por aproximadamente 50 min em um banho térmico, a uma temperatura de aproximadamente 60°C, até a completa gelatinização, empregando a metodologia descrita por FAKHOURI et.al. (2015)

2.3.3 Mistura pura à base de quitosana

A quitosana, juntamente com o sorbitol e o ácido acético (1% em massa) foram incorporados por um agitador magnético com aquecimento (ref. 752a da FISATOM), por aproximadamente 45 min em um banho térmico, a uma temperatura de aproximadamente 90°C, aplicando a metodologia empregada por LIU et.al. (2013).

2.4 Espessura dos Biofilmes

As espessuras dos corpos de prova foram obtidas em cinco pontos aleatórios com um micrômetro analógico da EDA com resolução de 0,01 mm.

2.5 Microscopia eletrônica de varredura (mev)

A morfologia da superfície de fratura dos filmes foi analisada por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV), após a realização dos ensaios de tração. As amostras foram fixadas em um suporte metálico com fita de carbono e, em seguida, metalizadas com uma fina camada de ouro para análise microscópica em um microscópio modelo VEGA 3 da TESCAN do Laboratório de Microscopia Eletrônica (CPVSA) da UFERSA, utilizando uma voltagem de 10kv. As imagens foram obtidas por eletrosecundário, com ampliações de 500x, e distâncias de trabalho de aproximadamente 15 mm e 29 mm.

2.6 Solubilidade em água

Para a solubilidade foi utilizada a metodologia de OLIVEIRA *et. al.* Discos de 2 cm de diâmetros dos filmes foram secos à 105°C por 1h. Os discos foram imersos em água destilada à 26°C, mantido sob agitação por 24h em um agitador magnético. Em seguida, os discos foram novamente secos a 105°C por 1h. A solubilidade pode ser calculada a partir da equação 1:

$$S = \frac{m_i - m_f}{m_i} \times 100 \quad [1]$$

sendo que:

m_i : massa inicial (g);

m_f : massa final (g).

2.7 Cor e opacidade

As análises de cor e opacidade foram realizadas com um Colorímetro, CR 10 Minolta, de acordo com o método de FAKHOURI et. al. (2015) calibrado com um fundo branco padrão e um fundo preto padrão. Os valores de opacidade foram calculados de acordo com a equação 2, conforme FAKHOURI et. al. (2015)

$$Op = \frac{Op_B}{Op_W} \times 100 \quad [2]$$

Sendo que:

Op_b é a opacidade do filme contra um fundo preto;

Op_w é a opacidade do filme contra um fundo branco.

2.8 Análise Estatística

Os dados obtidos através do planejamento foram avaliados com base no software Statistica® 12.5 (StatSoft, Inc., USA). Foi utilizada uma análise dos valores preditos em função dos valores observados para o modelo ajustado de cada resposta. Ao decorrer da realização dos ajustes nos modelos alguns efeitos foram ignorados.

3 | RESULTADOS

3.1 Espessura

Os filmes produzidos apresentaram a espessura entre 0,11 e 0,77 mm. Esse intervalo de espessuras ocorreu em decorrência da composição e concentração de diferentes biopolímeros em cada ensaio analisado. Segundo OLIVEIRA et.al. (2018) e SOUZA et. al. (2012), a variação de espessura poderá derivar de diversas condições, por exemplo: acúmulo ou dispersão do biopolímero, existência de aditivos, porção da solução de filme utilizada, além das técnicas de obtenção, corroborando com as medições obtidas neste estudo, caracterizadas pela composição e concentração de diferentes biopolímeros aplicados em cada solução filmogênica.

3.2 Microscopia eletrônica de varredura – MEV

Com a análise das propriedades mecânicas, os filmes que atenderam às necessidades de aplicação foram os filmes: I, II, VI e XIII. A avaliação da morfologia, após a fratura dos filmes, pode ser observada na Figura 1.

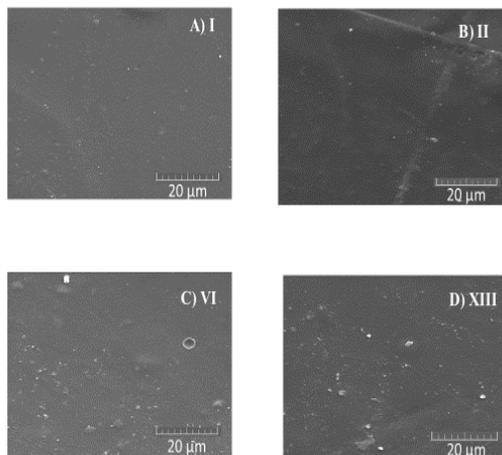


Figura 1. Morfologia da superfície de fratura dos filmes: A) I – 100% Quitosana, B) II – 100% Fécula de Batata, C) VI – 50% Quitosana e 50% Fécula de Batata e D) XIII – 80% Quitosana e 20% Gelatina Bovina.

As análises morfológicas das superfícies dos filmes exibem uma matriz coesa e uniforme para os ensaios I e II (A, B) e uma superfície diferenciada, que é irregular, áspera para os ensaios VI e XIII (C, D). OLIVEIRA et.al. (2018) e BATISTA et. al. (2019), analisaram que a morfologia da seção transversal dos filmes I e II (A,B), exibem uma matriz homogênea, caracterizada pela completa gelatinização dos polímeros, implicando em propriedades mecânicas superiores aos outros ensaios analisados. Já nos ensaios VI e XIII, é possível observar que a seção transversal dos filmes que apresentam heterogeneidade possui como fator principal a formação dos canais no interior da estrutura através da evaporação da água durante a secagem, com conseqüente formação de poros. A presença de aglomerados de biopolímeros ou irregularidades na estrutura do filme, elemento presente nas amostras heterogêneas, pode comprometer sua integridade e levar a alterações nas propriedades funcionais, além de contribuir como concentradores de tensão e possíveis fragilizadores das propriedades mecânicas. No entanto, apesar das aglomerações de biopolímero encontradas nos filmes, sua estrutura é densa, compacta, e conseqüentemente, resistente. Tais resultados indicam que esses componentes agregados formam uma rede densa e contínua, que produz filmes com propriedades mecânicas, possivelmente, superiores.

3.3 Solubilidade em Água

O modelo codificado proposto para descrever a solubilidade dos filmes de quitosana (QT), Fécula de batata (FB) e Gelatina Bovina (GB) é descrito pela equação 3 e Figura 2.

$$\text{Solubilidade (\%)} = 19,51 \times QT + 64,98 \times FB + 55,57 \times GB \quad [3]$$

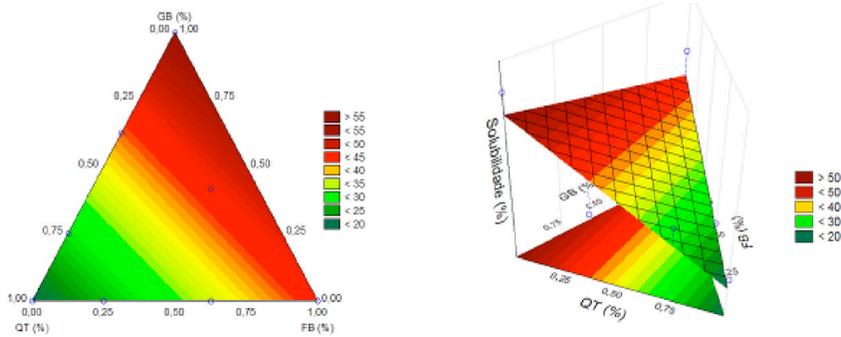


Figura 2. Solubilidade dos filmes de quitosana (QT), Fécula de batata (FB) e Gelatina Bovina (GB). (Modelo Linear e $R^2 = 0,8327$).

3.3.1 Valores preditos e valores observados

Inicialmente, é possível observar que o valor de R^2 da solubilidade dos filmes quitosana, fécula de batata e gelatina bovina, $R^2 = 0,8327$, foi elevado resultando em uma curta diferença entre os valores preditos e observados. Na Figura 5, é possível observar a dispersão dos valores observados em relação aos valores preditos.

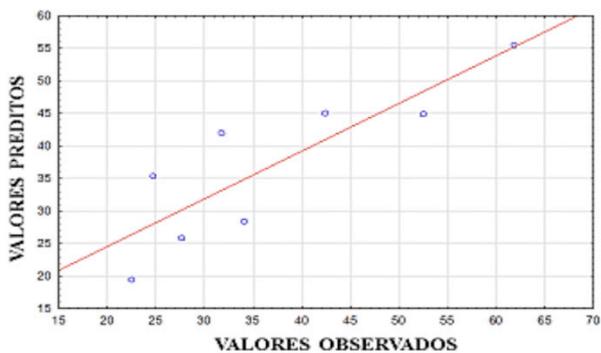


Figura 5. Valores preditos e valores observados para a solubilidade dos filmes quitosana (QT), fécula de batata (FB) e gelatina bovina (GB).

De acordo com o modelo predito na equação 3, é possível observar que a concentração de quitosana inibe a solubilidade do filme. Teoricamente, a quitosana deveria ser solúvel apenas em meio ácido, porém ao adicionar o plastificante sorbitol, que é um agente hidrofílico, este faz com que uma parcela do filme se solubilize, como foi analisado por CAVA-ESTRADA et. al. (2019) e MUJTABA et. al. (2019), avaliaram que a solubilidade diminui com a presença da quitosana e

que ocorre a elevação dela sob a presença de concentrações de fécula de batata e gelatina bovina na matriz filmogênica. Essa redução está conexas com a natureza hidrofóbica da quitosana, que é adicionada exatamente com o intuito de diminuir a solubilidade dos filmes e elevar as propriedades antimicrobianas, a fim de tornar os filmes mais resistentes em determinadas condições ambientais adversas, já que, em alta atividade de água, a umidade causa a solubilidade do polímero, reduzindo a cristalinidade e aumentando a disponibilidade de grupos polares para estabelecer ligações com a água. KIM *et.al*, afirma que os filmes que contém concentrações de fécula de batata e gelatina bovina possuem uma solubilização acentuada e isso ocorre em virtude de que as ligações de hidrogênio entre cadeias poliméricas tornam-se dissociadas por competição com moléculas de água, o que resulta em deformação e dissolução do filme.

Na Figura 5 é possível analisar a diferença entre os valores preditos e observados para o parâmetro da solubilidade. O modelo proposto é linear e este é o mais apto a esse estudo. Por conseguinte, a sua capacidade em predição da solubilidade evidencia uma disseminação dos valores observados ao longo da reta de valores preditos o que caracteriza o elevado valor de R^2 , confirmando que o modelo obtido é adequado para predição.

3.4 Cor e opacidade

Os ensaios analisados foram: O ensaio I – 100% Quitosana, o Ensaio II – 100% Fécula de Batata, o Ensaio VI – 50% Quitosana e 50% Fécula de Batata e o Ensaio XIII – 80% Quitosana e 20% Gelatina Bovina. A Tabela 2 exibe os valores dos parâmetros a , b , L e opacidade (%) e m em um fundo branco e preto.

DADOS DE PROPRIEDADES DE COR E OPACIDADE							
ENSAIO	a_b	b_b	L_b	a_p	b_p	L_p	Opacidade (%)
I	1.133	29.460	74.800	0.501	20.330	33.830	45.227
II	0.366	7.466	80.460	0.902	9.833	36.100	44.867
VI	16.330	20.160	79.130	2.501	13.100	35.230	44.522
XIII	0.633	19.460	77.460	1.601	16.200	35.400	45.701

Tabela 2. Valores dos parâmetros a_b , b_b , L_b para o fundo branco e a_p , b_p , L_p para o fundo preto e Opacidade (%).

Como observado ainda na Tabela 2, a tonalidade amarela (b) foi maior na presença da quitosana do que na presença apenas da fécula de batata. Esse fator está associado à coloração amarelada da quitosana, uma tonalidade natural

do produto. O parâmetro L^* sofreu uma leve redução quando a fécula de batata foi incorporada, porém não foi observada uma diferença significativa à análise. Resultados semelhantes foram obtidos por Mujtaba et. al. (2019).

FAKHOURI et. al. (2015), afirmam que a opacidade pode variar em função tipo de biopolímero utilizado, no caso das féculas e amidos o teor de amilose influencia nessa característica, pois suas moléculas em solução, devido à linearidade, tendem a se orientar paralelamente, aproximando-se o suficiente para se formarem pontes de hidrogênio entre hidroxilas de cadeias adjacentes. Como resultado, a afinidade do polímero por água é reduzida, favorecendo a formação de pastas opacas e filmes resistentes. Além do teor de amilose, outros fatores também podem influenciar o grau de opacidade dos biofilmes, tais como: a concentração de lipídios, concentração de biopolímero utilizados para a solução filmogênica.

Essa propriedade não irá influenciar negativamente a estrutura da embalagem, apenas facilitará a questão de visualização do produto a ser comercializado por completo, porém, caso não haja a transparência da mesma, como foi observado, não será um efeito negativo para essa aplicação.

4 | CONCLUSÕES

As soluções filmogênicas de fécula de batata, quitosana e gelatina bovina ofereceram características adequadas para a obtenção de filmes biopoliméricos.

Os modelos utilizados para análise foram significativos e confirmaram que os teores de quitosana e fécula de batata interferem em todas as propriedades ópticas e físicas analisadas como visto nos gráficos de modelos preditos em relação aos observados.

A partir desse estudo é possível observar que os filmes compostos por fécula de batata podem, possivelmente, melhorar o seu desempenho com a adição de determinadas concentrações de quitosana permitindo o desenvolvimento de filmes para uso como filmes de embalagem para inúmeras aplicações.

REFERÊNCIAS

BALAKRISHNAN, P.; SREEKALA, M. S.; KUNAVAR, M.; HUSKIĆ, M.; THOMAS, S. **Morphology, transport characteristics and viscoelastic polymer chain confinement in nanocomposites based on thermoplastic potato starch and cellulose nanofibers from pineapple leaf.** Carbohydrate Polymers, [s. l.], v. 169, p. 176–188, 2017.

BALDWIN, E.A.; HAGENMAIER, R; BAI, J (Ed.). **Edible coatings and films to improve food quality.** 2nd Edition. Boca Raton: CRC Press, 415p, 2011.

BATISTA, J.T.S.; ARAÚJO, C.S.; PEIXOTO JOELE, M.R.S.; SILVA JÚNIOR, J.O.C.; LOURENÇO, L.F.H. **Study of the chitosan use on the proprieties of biodegradable films of myofibrillar proteins of fish residues using response surface methodology.** *Food packaging and shelf life*. 2019. 20. 100306. 2214-2894.

BONILLA, J. et al. **Effect of the incorporation of antioxidants on physicochemical and antioxidant properties of wheat starch–chitosan films.** *Journal of Food Engineering*, 118(3): 271-278, 2013.

CABALLERO, B.; FINGLAS, P.; TOLDRÁ, F. (Ed.). **Encyclopedia of food and health.** Academic Press, 773 p 2015.

CALVA-ESTRADA, S.; JIMÉNEZ-FERNÁNDEZ, M.; LUGO, E. **Protein-Based Films: Advances in the Development of Biomaterials Applicable to Food Packaging.** *Food Engineering Reviews*, 2019. 11. 78-92. 10.1007/s12393-019-09189-w.

DICKER, M. P. M.; DUCKWORTH, P. F.; BAKER, A. B.; FRANCOIS, G.; HAZZARD, M. K.; WEAVER, P. M. **Green composites: A review of material attributes and complementary applications.** *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, [s. l.], v. 56, p. 280–289, 2014.

EBNESAJJAD, S. 2012. **Handbook of Biopolymers and Biodegradable Plastics: Properties, Processing and Applications.** Elsevier Science, 2012.

ELSABEE, M. Z.; ABDOU, E. S. **Chitosan based edible films and coatings: A review.** *Materials Science and Engineering C*, v. 33, n. 4, p. 1819–1841, 2013.

FADEYIBI, A.; OSUNDE, Z. D.; AGIDI, G.; EVANS, E. C. **Flow and strength properties of cassava and yam starch–glycerol composites essential in the design of handling equipment for granular solids.** *Journal of Food Engineering*, [s. l.], v. 129, p. 38-46, 2014.

FAKHOURI, F. M.; MARTELLI, S. M.; CAON, T.; VELASCO, J. I.; MEI, L. H. I. **Edible films and coatings based on starch/gelatin: Film properties and effect of coatings on quality of refrigerated Red Crimson grapes.** *Postharvest Biology and Technology*, 2015. 109, 57–64.

FERNANDES, A. P. S.; COSTA, J. B.; SOARES, D. S. B.; MOURA, C. J. DE; SOUZA, A. R. M. DE. **Application of biodegradable films produced from irradiated whey protein concentrate.** *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia-GO, v. 45, n. 2, p. 192-199, 2015.

GURUNATHAN, T.; MOHANTY, S.; NAYAK, S. K. **A Review of the Recent Developments in Biocomposites Based on Natural Fibres and Their Application Perspectives.** *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, [s. l.], v. 77, p. 1–25, 2015.

HOSSEINNEJAD, M.; JAFARI, S. M. **Evaluation of different factors affecting antimicrobial properties of chitosan.** *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 85, p. 467– 475, 2016.

KIM, S.; CHOI, Y.; KIM, J.Y.; LIM, S.T. **Improvement of water solubility and humidity stability of tapioca starch film by incorporating various gums.** *LWT - Food Science and Technology*, 2015. 64. 10.1016/j.lwt.2015.05.009.

- LARA, S. C.; SALCEDO, F. **Gelatinization and retrogradation phenomena in starch/montmorillonite nanocomposites plasticized with different glycerol/water ratios.** *Carbohydrate Polymers*, [s. l.], v. 151, p. 206–212, 2016.
- LECETA, I.; PEÑALBA, M.; ARANA, P.; GUERRERO, P.; DE LA CABA, K. **Ageing of chitosan films: Effect of storage time on structure and optical, barrier and mechanical properties.** *European Polymer Journal*, v. 66, p. 170-179, 2015.
- LIANG, J.; LUDESCHER, R. D. **Effects of glycerol on the molecular mobility and hydrogen bond network in starch matrix.** *Carbohydrate Polymers*, [s. l.], v. 115, p. 401–407, 2015.
- LIU, H. H.; ADHIKARI, R.; GOU, Q. P.; ADHIKARI, B. **Preparation and characterization of glycerol plasticized (high-amylose) starch-chitosan films.** *J. Food Eng.* 116(2013) 588–597.
- MUJTABA, M., MORSI, R. E., KERCH, G., ELSABEE, M. Z., KAYA, M., LABIDI, J., & KHAWAR, K. M. **Current advancements in chitosan-based film production for food technology; A review.** *International Journal of Biological Macromolecules*. V.121, 889-904, 2019.
- NARKCHAMNAN, S.; SAKDARONNARONG, C. **Thermo-molded biocomposite from cassava starch, natural fibers and lignin associated by laccase-mediator system.** *Carbohydrate Polymers*, [s. l.], v. 96, p. 109–117, 2013.
- OLIVEIRA, V.R.L.; MONTEIRO, M. K. S.; SANTOS F.K.G.; LEITE R.H.L.; AROUCHA, E.M.M. **Effect of Drying Temperature in Biopolymeric Films of Cassava Starch and its Effect on Wettability, Water Vapor Barrier and Mechanical Properties.** *Materials Science Forum*, 2018. ISSN: 1662-9752, Vol. 930, pp 270-275.
- RAMÍREZ, M. G. L.; KESTUR, S. G.; GONZÁLEZ, R. M.; IWAKIRI, S.; MUNIZ, G. B.; SAHAGUN, T. S. F. **Bio-composites of cassava starch-green coconut fiber: Part II - Structure and properties.** *Carbohydrate Polymers*, [s. l.], v. 102, p. 576–583, 2014.
- SHAKILA, J.R.; JEEVITHAN, E.; VARATHARAJAKUMAR, A. **Comparison of the propierties of multi composite fish gelatina films with that of mammalian gelatina films.** *Food Chemical* 1335 (4): 2260-2267, 2012.
- SOUZA, C. O. D.; SILVA, L. T.; DRUZIAN, J. I. **Estudo comparativo da caracterização de filmes biodegradáveis de amido de mandioca contendo polpa de manga e acerola.** *Química Nova*, 35(2), 2012, 262-267.
- SUDERMAN, N., ISA, M. I. N., & SARBON, N. M. **The effect of plasticizers on the functional properties of biodegradable gelatin-based film: A review.** *Food Bioscience*, 24, 111–119, 2018.
- ZARGAR, V.; ASGHARI, M.; DASHTI, A. **A Review on Chitin and Chitosan Polymers: Structure, Chemistry, Solubility, Derivatives, and Applications.** *ChemBioEng Reviews*, v. 2, p. 204-226, 2015.
- ZHAO, R.; TORLEY, P.; HALLEY, P.J. **Emerging biodegradable materials: starch- and protein-based bio-nanocomposites.** *Journal of Materials Science*, v. 43, p. 3058–3071, 2008.

PRODUÇÃO DE QUEIJOS FRESCAIS ELABORADOS COM LEITE DE CABRAS CRIADAS EM SISTEMA INTENSIVO DE PRODUÇÃO

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 03/07/2020

Élice Brunelle Lessa dos Santos

Universidade Federal do Vale do São Francisco
Petrolina-PE
<http://lattes.cnpq.br/1899822212111502>

Steyce Neves Barbosa

Universidade Federal do Vale do São Francisco
Petrolina-PE
<http://lattes.cnpq.br/3244628864643633>

Carina de Castro Santos Melo

Universidade Federal do Vale do São Francisco
Petrolina-PE
<http://lattes.cnpq.br/4307973672732563>

Ana Laura Alencar Miranda

Universidade Federal do Vale do São Francisco
Petrolina-PE
<http://lattes.cnpq.br/5902260248936200>

Maria Tamires Silva de Sá

Universidade Federal do Vale do São Francisco
Petrolina-PE
<http://lattes.cnpq.br/4661055691754377>

André Araújo Moraes

Universidade Federal do Vale do São Francisco
Petrolina-PE
<http://lattes.cnpq.br/6533185693043291>

Daniel Ribeiro Menezes

Universidade Federal do Vale do São Francisco
Petrolina-PE
<http://lattes.cnpq.br/1638427678988227>

RESUMO: O leite caprino e seus derivados são considerados produtos nutracêuticos, atuando como fontes de bactérias ácido lácticas e possuindo melhor digestibilidade, quando comparados com produtos lácteos bovinos. Assim, o presente estudo objetivou avaliar a elaboração e composição de queijos frescais produzidos com leite pasteurizado de cabras. Para tanto, foram utilizados 40 litros de leite de cabras, sendo produzidos 3,485 kg de queijo. Os mesmos apresentaram uma média de peso de 217,81 g, rendimento de 8,71%, pH de 6,70 e 5 °Dornic. Quanto à avaliação da presença de Coliformes totais, encontrou-se < 3,0 NMP/g de queijo produzido. Diante disso, conclui-se que as características dos queijos frescais produzidos com leite de cabras atendem as normas estabelecidas pela legislação e, portanto, a metodologia utilizada pode ser aplicada na fabricação de outros queijos do mesmo tipo, sem provocar danos à saúde do consumidor.

PALAVRAS-CHAVE: Caprinocultura, laticínios, legislação, microbiologia, nutracêuticos.

PRODUCTION OF FRESH CHEESES MADE FROM GOAT'S MILK GROWN IN INTENSIVE PRODUCTION SYSTEM

ABSTRACT: Goat milk and its derivatives are considered nutraceutical products, acting as sources of lactic acid bacteria and with better digestibility, when compared to bovine dairy products. Thus, the present study aimed to evaluate the preparation and composition of fresh cheeses made with pasteurized goat milk. 40 liters of goat milk and 3,485 kg of cheese were used. They had an average weight of 217.81 g,

8.71% yield, pH 6.70 and 5 ° Dornic. Regarding the evaluation of the presence of total coliforms, <3.0 NMP / g of cheese produced were found. It is concluded, therefore, that the characteristics of fresh cheeses made with goat's milk meet the standards established by the legislation and, therefore, the methodology used can be applied in the manufacture of other cheeses of the same type, without harming the consumer's health.

KEYWORDS: Goat breeding, dairy products, legislation, microbiology, nutraceuticals.

1 | INTRODUÇÃO

A caprinocultura leiteira atua na socioeconomia e como renda direta para diferentes produtores, atuando ainda como uma excelente fonte de alimentos nutritivos. O seu desenvolvimento deve-se, dentre outras coisas, às ações participativas de governos, instituições de pesquisa, associações e cooperativas de criadores, que buscam promover melhorias no potencial leiteiro do rebanho e promover o desenvolvimento da indústria de laticínios (GOMES et al., 2004).

O queijo é uma das formas de conservação do leite, sendo uma importante fonte das propriedades nutracêuticas deste produto. Este faz parte dos hábitos alimentares da população brasileira e é considerado como integrante da cultura nacional. O queijo frescal é um produto fresco, que apresenta pH superior ou próximo de 5,0 e baixo teor de sal, além de não possuir conservantes e demonstrar alta atividade de água. Os queijos frescos e macios são meios para o desenvolvimento de microrganismos com capacidade patogênica (BURITI et al., 2005; CARVALHO et al., 2007; MARTINS e MOURA, 2010).

No intuito de prevenir contaminações, a elaboração do queijo deve ser realizada com leite obtido de maneira higiênica, atentando para a sua pasteurização e para as Boas Práticas de Fabricação (BPF), bem como a sua refrigeração adequada. As contaminações e consequentes alterações provocadas por diferentes agentes tornam o produto inaceitável, tornando-o indisponível para consumo (ROCHA et al., 2006). Com base nisso, o presente estudo objetivou avaliar a elaboração e composição do queijo frescal produzido com leite pasteurizado de cabras.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O leite caprino foi obtido de cabras da raça Saanen, oriundas do Setor de Produção Animal, localizado no Campus Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), no município de Petrolina – PE (latitude 9° 4' S; longitude 40°19' O), Nordeste do Brasil.

As cabras estavam confinadas em aprisco suspenso, sendo alimentadas com capim elefante (*Pennisetum purpureum*) como fonte de volumoso e grão de milho moído e farelo de soja como alimentos concentrados.

Para elaboração dos queijos frescos, o leite foi colhido no período da manhã, através de ordenha mecânica. O produto foi mantido em refrigeração e conduzido para o Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal da UNIVASF, Campus de Ciências Agrárias, Petrolina – PE. Os procedimentos de ordenha e manipulação do leite seguiram as recomendações da Instrução Normativa nº 37, de produção, identidade e qualidade do leite de cabra (BRASIL, 2000).

O processamento do leite seguiu a metodologia descrita por Araújo et al. (2012), com modificações. A pasteurização lenta consistiu no aquecimento de 40L de leite até a temperatura de 65 °C, permanecendo nesta durante um período de 30 minutos, sendo em seguida, resfriado lentamente até 35 °C. Logo após procedeu-se com a adição do coagulante líquido HA-LA®, seguindo as instruções do fabricante. Em seguida homogeneizou-se o leite por 15 minutos, deixando-o em repouso por 40 minutos, para que este atingisse o ponto de coalhada (apresentando aspecto mais firme).

Após esse período de descanso procedeu-se com o corte da massa em cubos de aproximadamente 1,5 a 2,0 cm de aresta, deixando-o descansar por mais 5 minutos. Em seguida realizou-se a mexedura, sendo esta realizada com movimentos leves, evoluindo aos poucos com o aumentando da velocidade durante 15 minutos, facilitando assim a dessoragem da massa, melhorando a consistência dos grânulos.

A dessoragem parcial equivaleu à retirada de 70% do soro existente na massa. Para o procedimento de salga, adicionou-se 1% de cloreto de sódio (em relação ao volume de leite processado) diretamente sob a massa formada. Posteriormente realizou-se a enformagem, utilizando fôrmas plásticas, prensando-as para a compactação dos grãos e saída do soro residual. Por fim, o queijo foi submetido à refrigeração, onde o queijo foi mantido sob condições de temperatura de 08 °C, durante um período de 05 dias.

O queijo foi embalado a vácuo e pesado, para controle de rendimento da produção. O cálculo do rendimento foi realizado por meio da divisão da massa do queijo (gramas), obtida após a salga, pelo volume de leite empregado no processamento (litros) de acordo com Buriti et al. (2005), e pelo seguinte cálculo:

$$\text{Rendimento do processo (\%)} \text{ (m/m)} = \frac{100 \times \text{massa de queijo (kg)}}{\text{massa de leite (kg)}}$$

Após o período em que ficou refrigerado, realizaram-se as avaliações de pH e acidez, sendo estes determinados mediante a instrução normativa nº 68 (BRASIL, 2006). O pH foi avaliado por meio da utilização de pHmetro digital. Realizou-se ainda a análise de Coliforme total, pela técnica do Número Mais Provável (NMP), descrita por Silva et al. (2017). Para tanto, fez-se a homogeneização e transferência

de 1 ml de cada amostra de queijo diluída em Peptona 0,1% e suas diluições para tubos de ensaios contendo um tubo invertido para coleta de gás (tubo de Durhan) e o caldo Lauril Triptose (LST). Todos os tubos foram incubados a $36\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas, sendo posteriormente identificados os que tiveram a produção de gás (retida no tudo de Durhan), realizando em seguida o cálculo de NMP.

Para calcular as médias obtidas, utilizou-se o programa Excel 2010 (Microsoft®).

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os queijos frescos elaborados com 40L de leite pesaram 3,485 kg, com uma média de 217,81 g por queijo, sendo um total de 16 amostras. Assim, no que diz respeito ao rendimento do leite para a produção do queijo fresco, este foi de 87,12 g.L⁻¹ (11,48 L de leite para cada quilograma de queijo produzido) e 8,71% (m/m), sendo considerado um baixo rendimento, visto que o rendimento é de 6,0 a 6,5 litros de leite de cabra por quilograma de queijo (FURTADO, 2005). De acordo com Mona et al. (2011), este parâmetro é influenciado por diferentes fatores, sendo estes, a composição (principalmente níveis de gordura e proteínas) e qualidade do leite, o teor e tipos de caseína, a contagem de células somáticas no leite, o método de pasteurização utilizado, o tipo de coagulante, a consistência da coalhada durante o processo de dessoragem, o método de fabrico e os parâmetros a este associado.

Em média dos queijos avaliados, no que diz respeito à avaliação da acidez, esta se encontra dentro do esperado para o produto (Tabela 1), que deve apresentar pH superior ou próximo a 5,0 (BURITI et al., 2005). Os resultados encontrados são semelhantes aos achados por Souza et al. (2017).

Variáveis	Achados
pH	6,7
Acidez (° Dornic)	5
Coliformes totais (NMP/g de queijo)	< 3,0

Tabela 1. Médias de parâmetros químicos e microbiológicos de queijos frescos produzidos com leite de cabra.

O pH está diretamente relacionado ao sabor do produto e principalmente, as reações bioquímicas que ocorrem durante o processo de fabricação, pois as enzimas que atuam nestas alterações, sejam estas oriundas do coalho ou de origem microbiana, quando é o caso, possuem atuação ótima em determinada faixa de pH (SOUZA et al., 2017).

Segundo Dias et al. (2016), as condições de temperatura impostas aos queijos podem fazer com que estes sofram alterações, tornando-os mais ácidos. Caruso e Oliveira (1999), afirmaram que no queijo Minas Frescal, a dessoragem a qual a massa é submetida, durante o processo de produção, pode promover a eliminação de lactose do produto, podendo assim, atuar nos valores de acidez. Queiroga et al. (2009), afirmaram que o padrão de acidez encontrada no queijo “Minas Frescal” é alterada por microrganismos na cultura lática. Estes podem promover a fermentação da lactose, e conseqüentemente, atuar na transformação do ácido láctico, resultando no aumento da acidez.

Na contagem de Coliformes totais, o valor encontrado (Tabela 1) se encontra dentro do limite estabelecido pela legislação, indicando que houve sucesso na aplicação das BPF. Dias et al. (2012), verificaram que ocorrem importantes diminuições na contagem de coliformes totais nas mãos dos manipuladores quando há aplicação das BPF. Diante de falhas na pasteurização ou quando há recontaminações após este processo, pode haver a presença de coliformes totais e termotolerantes em queijos que são fabricados com leite pasteurizado (O'BRIEN et al., 2009).

4 | CONCLUSÃO

As características dos queijos frescos produzidos com leite de cabras atende as normas estabelecidas pela legislação e, portanto, a metodologia utilizada pode ser aplicada na fabricação de outros queijos do mesmo tipo, sem provocar danos à saúde do consumidor.

AGRADECIMENTOS

Ao Setor de Produção Animal e ao Laboratório de Inspeção de Produtos de Origem Animal, ambos da UNIVASF - CCA.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. B. C.; PIMENTEL, J. C. M.; PAIVA, F. F. A.; MACEDO, B. A. **Produção Artesanal de Queijo Coalho, Ricota e Bebida Láctea em Agroindústria Familiar: Noções de boas práticas de fabricação.** Documentos 150 / Embrapa Agroindústria Tropical, Brasília - DF, p. 37, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa nº 37, de 31 de outubro de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite de Cabra.** Diário Oficial da União. Brasília, 08 de novembro de 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. Oficializa métodos analíticos oficiais físico-químicos para o controle de leite e produtos lácteos.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Seção 1, 08 p., 2006.

BURITI, F. C. A.; ROCHA J. S.; ASSIS, E. G.; SAAD, S. M. I. **Probiotic potential of Minas fresh cheese prepared with the addition of *Lactobacillus paracasei*.** LWT – Food Science Technology, p.173-80, 2005.

CARUSO, E. C.; OLIVEIRA, A. **Quantificação de lactose em queijos minas frescal.** Scientia Agricola, v. 56, p. 243-246, 1999.

CARVALHO, J. D. G.; VIOTTO, W. H.; KUAYE, A. Y. **The quality of Minas Frescal cheese produced by different technological processes.** Food Control, v. 18, n. 3, p. 262-267, 2007.

DIAS, B. F.; FERREIRA, S. M.; CARVALHO, V. S.; SOARES, D. S. B. **Qualidade microbiológica e físico-química de queijo minas frescal artesanal e industrial.** Revista de Agricultura Neotropical, v. 3, p. 57-64, 2016.

DIAS, M. A. C.; SANT'ANA, A. S.; CRUZ, A. G.; FARIA, J. A. F.; OLIVEIRA, C. A. F.; BONA, E. **On the implementation of good manufacturing practices in a small processing unity of Mozzarella cheese in Brazil.** Food Control, v. 24, n. 1, p. 199-205, 2012.

FURTADO, M. M. **Principais problemas dos queijos: causas e prevenção.** São Paulo: Fonte Comunicação e Editora, 200 p., 2005.

GOMES, V; DELLA LIBERA, A. M. M. P.; MADUREIRA, K. M.; ARAUJO, W. P. **Influência do estágio de lactação na composição do leite de cabras (*Capra hircus*).** Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, v. 41, n. 05, p. 340-342, 2004.

MARTINS, E.; MOURA, C. **Manual técnico na arte e princípios da fabricação de queijos.** 2. ed. Alto Piquiri: Campana, p. 14-16, 2010.

MONA, A. M.; EL-GAWAD, A.; AHMED, N. S. **Cheese yield as affected by some parameters review.** Acta Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria, v. 10, n. 2, p. 131-153, 2011.

O'BRIEN, M.; HUNT, K.; MCSWEENEY, S.; JORDAN, K. **Occurrence of foodborne pathogens in Irish farmhouse cheese.** Food Microbiology, v. 26, n. 8, p. 910-914, 2009.

QUEIROGA, R. C. R. E.; GUERRA, I. C. D.; OLIVEIRA, C. E. V.; OLIVEIRA, M. E. G.; SOUZA, E. L. **Elaboração e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de queijo “tipo minas frescal” de leite de cabra condimentado.** Revista Ciência Agronômica, v. 40, n. 3, p. 363-372, 2009.

ROCHA, J. S.; BURITI, F. C. A.; SAAD, S. M. I. **Condições de processamento e comercialização de queijos de Minas Frescal.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 52, n. 2, p. 263-272, 2006.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; GOMES, P.A.R.; OKAZAKI, M.M. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 5ª ed. São Paulo: Blucher, 560 p., 2017.

SOUZA, D. G.; SILVA, M. A. P.; MOURA, L. C.; DIAS, L. G.; PLÁCIDO, G. R.; CALIARI, M.; OLIVEIRA, K.B.; CÉLIA, J.A. **Parâmetros Físico-Químicos e Sensoriais de Queijos Frescos Saborizados com Pequi (*Caryocar brasiliense camb.*)**. *Global Science and Technology*, v. 10, n. 01, p. 105-111, 2017.

CAPÍTULO 14

MELANOMA PERINEAL EM UM CAPRINO

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 07/07/2020

Caroline Gomes da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Paraíba
Sousa – PB
<http://lattes.cnpq.br/2502821892956339>

Amanda de Carvalho Gurgel

Universidade Estadual do Ceará
Fortaleza – CE
<http://lattes.cnpq.br/1233004775132372>

Diego Rubens Santos Garcia

Universidade Federal de Campina Grande
Patos – PB
<http://lattes.cnpq.br/4599160524370663>

Hodias Sousa de Oliveira Filho

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Paraíba
Sousa – PB
<http://lattes.cnpq.br/3455968787529480>

Roberta Azevedo Beltrão

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Paraíba
Sousa – PB
<http://lattes.cnpq.br/9096020390260211>

Mariana Lumack do Monte Barretto

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Paraíba
Sousa – PB
<http://lattes.cnpq.br/9050961770456511>

Natália Ingrid Souto da Silva

Universidade Federal de Campina Grande
Patos – PB
<http://lattes.cnpq.br/5471226700363040>

Francisco Jocélio Cavalcante Souza

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Paraíba
Sousa – PB
<http://lattes.cnpq.br/0559137954501169>

Laynaslan Abreu Soares

Universidade Federal de Campina Grande
Patos – PB
<http://lattes.cnpq.br/1346408953529450>

Isabela Calixto Matias

Universidade Federal de Campina Grande
Patos – PB
<http://lattes.cnpq.br/0186301010743246>

Glauco José Nogueira de Galiza

Universidade Federal de Campina Grande
Patos – PB
<http://lattes.cnpq.br/2524691952838910>

Lisanka Ângelo Maia

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Paraíba
Sousa – PB
<http://lattes.cnpq.br/4777886366570684>

RESUMO: Descreve-se um caso de melanoma perineal em um caprino no semiárido da Paraíba. Um caprino, fêmea, com quatro anos de idade, SRD, apresentou um nódulo na região perianal, com sangramento intenso e desconforto à palpação da lesão, há aproximadamente três

meses. Foi realizada uma nodulectomia parcial e o material coletado foi fixado em formol tamponado a 10%, e em seguida encaminhado para o Laboratório de Patologia Animal (LPA) do Hospital Veterinário Adílio Santos de Azevedo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (HV-ASA-IFPB), *Campus* Sousa, para avaliação histopatológica. Macroscopicamente as amostras mediam 1,3 x 1,6 x 0,8 e 2,0 x 1,6 x 0,7 cm de diâmetro, ambas de superfície ulcerada, irregular, firme elástica, amarronzado e entremeado com áreas enegrecidas. Microscopicamente observou-se massa difusa acentuada de células neoplásicas fusiformes a ovais agrupada em mantos, infiltrando a derme superficial e profunda. As células neoplásicas continham citoplasma moderado a escasso, eosinofílico e apresentava múltiplos grânulos pigmentados de marrom-escuro, característicos de melanina. O diagnóstico de melanoma foi realizado com base nos achados clínicos, epidemiológicos e anatomopatológicos. O melanoma é uma neoplasia que cursa com metástase, o diagnóstico precoce é essencial para aumentar a sobrevida do animal.

PALAVRAS-CHAVE: Histopatologia, melanócitos, neoplasia, pequenos ruminantes.

PERINEAL MELANOMA IN A CAPRINE

ABSTRACT: A case of perineal melanoma in a goat in the semi-arid region of Paraíba is described. A four-year-old female goat, SRD, presented a nodule in the perianal region, with heavy bleeding and discomfort on palpation of the lesion, approximately three months ago. A partial nodulectomy was performed and the collected material was fixed in 10% buffered formaldehyde, and then sent to the Laboratório de Patologia Animal (LPA) of the Veterinary Hospital Adílio Santos de Azevedo of the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (HV-ASA-IFPB), *Campus* Sousa, for histopathological evaluation. Macroscopically, the samples measured 1.3 x 1.6 x 0.8 and 2.0 x 1.6 x 0.7 cm in diameter, both with an ulcerated, irregular surface, firm elastic, brownish and interspersed with blackened areas. Microscopically, there was a marked diffuse mass of spindle-to-oval neoplastic cells grouped in cloaks, infiltrating the superficial and deep dermis. The neoplastic cells contained moderate to scarce cytoplasm, eosinophilic and had multiple dark brown pigmented granules, characteristic of melanin. The diagnosis of melanoma was made based on clinical, epidemiological and anatomopathological findings. Melanoma is a neoplasm that progresses with metastasis, early diagnosis is essential to increase the animal's survival.

KEYWORDS: Histopathology, melanocytes, neoplasm, small ruminants.

1 | INTRODUÇÃO

O melanoma é uma neoplasia caracterizada pelo crescimento de massa de superfície irregular e enegrecida, exceto nos casos de tumores amelanócitos, com eventuais sangramentos (MENEZES, 2017). Embora a ocorrência dessa neoplasia em caprinos seja considerada rara, no Nordeste, onde a radiação solar é intensa

em praticamente todo o ano, os casos são considerados comuns (CARVALHO et al., 2014). Pode ocorrer em qualquer região da pele, entretanto, é mais comum em locais desprovidos de pelos (MENEZES, 2017) e o sistema reprodutor feminino é o local de maior ocorrência (CARVALHO et al., 2014).

No âmbito da medicina veterinária, o tumor de melanócitos pode ser classificado em benignos ou malignos, sendo denominados de melanocitoma ou melanoma, respectivamente (ROLIM et al., 2012). Histologicamente, o melanocitoma é caracterizado por células grandes, uniformes, arredondadas ou poligonais, citoplasma pigmentado com melanina e núcleo pequeno. Melanoma possui principalmente células arredondadas, com escassez de melanina do citoplasma e abundantes figuras de mitoses, sendo esta última, a característica mais crucial para a diferenciação entre as duas neoplasias, onde quatro figuras de mitoses por 10 campos de grande aumento já se considera o melanoma (PERLMANN, 2015).

A metástase do melanoma pode acarretar em sinais clínicos específicos, e dependendo do prognóstico, pode ser indicado a eutanásia ou mesmo cursar em morte por decorrência da enfermidade dependendo do local acometido (MENEZES, 2017). Para o diagnóstico diferencial pode ser considerado o carcinoma, linfoma pouco diferenciado, sarcomas e outras neoplasias, principalmente nos casos de melanomas amelanócitos (ROLIM et al., 2012).

Existem poucos relatos relacionando essa neoplasia com a espécie caprina no Nordeste brasileiro. Com isso, objetivou-se com este trabalho descrever os aspectos clínicos, epidemiológicos e patológicos de um caso de melanoma na região perianal de um caprino no semiárido da Paraíba.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados clínicos e epidemiológicos foram coletados da ficha de solicitação biópsia do caso. Foi realizada uma nodulectomia parcial e o material coletado foi fixado em formol tamponado a 10%, e em seguida encaminhado para o Laboratório de Patologia Animal (LPA) do Hospital Veterinário Adílio Santos de Azevedo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (HVASA-IFPB), Campus Sousa, para avaliação histopatológica.

3 | RESULTADOS

Um caprino, fêmea, com quatro anos de idade, sem raça definida, foi atendido por médica veterinária autônoma, apresentando um nódulo na região perianal há aproximadamente três meses. Era criado em sistema semiextensivo e convivia com outros animais no sítio Gangorra, localizado no município de Rafael Fernandes,

Rio Grande do Norte. Na avaliação clínica foi observado nódulo na região perianal com desconforto à palpação e quando em contato com a cauda, drenava secreção sanguinolenta (Figura 1). Foi instituído tratamento cirúrgico, com nodulectomia parcial.

Os fragmentos do nódulo mediam entre 1,3x1,6x0,8 cm e 2x1,6x0,7 cm de diâmetro, ambos de superfície ulcerada, irregular, de consistência firme elástica, amarronzado entremeado com áreas enegrecidas. Ao corte, exibia tecido amarronzado entremeado a áreas irregulares enegrecidas.



Figura 1. Nódulo adjacente ao ânus drenando secreção sanguinolenta.

Fonte: LPA/HV-ASA/IFPB, 2019.

Histologicamente, observou-se massa difusa acentuada de células neoplásicas, não encapsulada, infiltrando desde a derme superficial a profunda, composta por células fusiformes a ovais agrupadas em mantos (Figura 2A.). As células possuem formato arredondado a alongado, com citoplasma moderado a escasso, eosinofílico, e que por vezes apresentava múltiplos grânulos pigmentados de marrom-escuro, característicos de melanina (Figura 2B.).

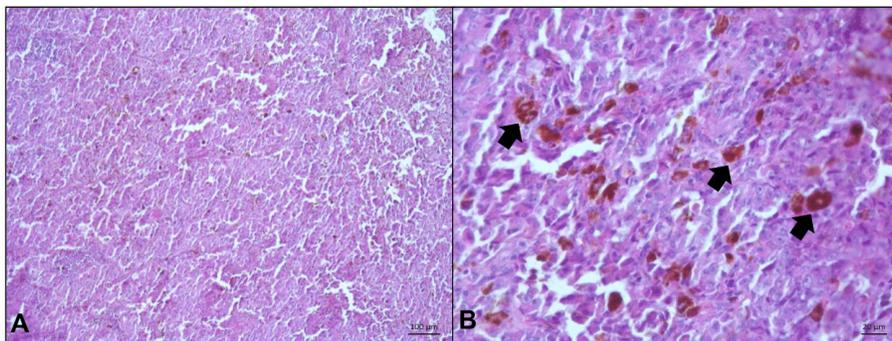


Figura 2. A – Massa difusa acentuada de células neoplásicas, não encapsulada, infiltrando desde a derme superficial a profunda, composta por células fusiformes a ovais agrupadas em mantos. HE. Bar=100 μ m. B – Proliferação de células neoplásicas variando de arredondadas a alongadas, com citoplasma moderado a escasso, eosinofílico, e que por vezes apresenta múltiplos grânulos pigmentados de marrom-escuro, característicos de melanina (setas). HE. Bar=20 μ m.

Fonte: LPA/HV-ASA/IFPB, 2019.

Os núcleos eram grandes, com cromatina vesiculosa, com até dois nucléolos evidentes. O pleomorfismo foi acentuado, com raras figuras de mitose atípicas. Essas células eram sustentadas por um moderado estroma fibrovascular. Associado, observaram-se áreas multifocais moderadas de infiltrado inflamatório mononuclear, composto predominantemente de linfócitos, plasmócitos e raros macrófagos. Observou-se também áreas multifocais a coalescentes moderadas de necrose e hemorragia. Havia perda acentuada da camada epitelial com necrose adjacente, caracterizando tecido ulcerado, além de acantose moderada das células epiteliais.

O diagnóstico de melanoma foi estabelecido com base nos dados epidemiológicos, clínicos e os achados anatomopatológicos. A presença de massa pigmentada, de cor preta-amarronzada associada a presença de melanócitos neoplásicos permitiram o diagnóstico dessa neoplasia. Características semelhantes foram descritas por outros autores (MACEDO et al., 2008; MENEZES, 2017; PERLMANN, 2015; ZACHARY, 2018). A idade deste animal se enquadra em estudo realizado por Macedo et al. (2008) e Menezes (2017), que indicaram uma faixa etária entre 2 e 5 anos. A localização perineal é de acordo com o descrito por Carvalho et al. (2014), onde indicou prevalência desse tipo de tumor em áreas ausentes de pelo nos caprinos. Entre os diagnósticos diferenciais devemos citar o melanocitoma, carcinomas epidermóides, fibrossarcoma, hemangiopericitoma (MENEZES, 2017) e carcinoma de células escamosas (CCE) (CARVALHO et al., 2014).

Deve-se levar em consideração o fato do animal ser criado em sistema semiextensivo, ele passava o dia pastando exposto a luz solar e só a noite

retornava para o curral, o que possibilita a exposição do mesmo à radiação solar sendo um fator de risco para melanoma como foi descrito por Carvalho et al. (2014).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O melanoma é uma neoplasia que cursa com metástase, o diagnóstico precoce é essencial para aumentar a sobrevida do animal.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, F. K. de L.; DANTAS, A. F. M.; RIET-CORREA, F.; ANDRADE, R. L. F. S. de; NETO, P. I. da N.; NETO, E. G. de M.; SIMÕES, S. V. D.; AZEVEDO, S. S. **Estudo retrospectivo das neoplasias em ruminantes e equinos no semiárido do Nordeste Brasileiro**. Pesquisa Veterinária Brasileira, vol. 34, n. 3, p. 211-216, 2014.
- MACEDO, J. T. S. A.; RIET-CORREA, F.; DANTAS, A. F. M.; SIMÕES, S. V. D. **Doenças de pele em caprinos e ovinos no semiárido brasileiro**. Pesquisa Veterinária Brasileira, vol. 28, n. 12, p. 633-642, 2008.
- MENEZES, A. L. A. **Caracterização epidemiológica, clínica e patológica de melanoma em caprinos**. Trabalho de conclusão do curso (Medicina Veterinária), Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos, 2017.
- PERLMANN, E. **Estudo imunoistoquímico das neoplasias melanocíticas uveais em cães**. Tese. (Doutorado em Clínica Cirúrgica Veterinária). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- ROLIM, V. M.; CASAGRANDE, R. A.; WATANABE, T. T.; WOUTERS, A. T.; WOUTERS, F.; SONNE, L. DRIEMEIER, D. **Melanoma amelanótico em cães: estudo retrospectivo de 35 casos (2004-2010) e caracterização imuno-histoquímica**. Pesquisa Veterinária Brasileira, vol. 32, n. 4, p. 340-346, 2012.
- ZACHARY, J.F. **Bases da Patologia em Veterinária**. Elsevier. 6ªed, 2018.

RUPTURA DO LIGAMENTO CRUZADO CRANIAL EM CÃES: SUTURA DE TÉCNICA EXTRACAPSULAR DE IMBRICAÇÃO EMPREGADA EM AVE

Data de aceite: 01/10/2020

Luana Coleraus dos Santos

Centro Universitário Unideau
Passo Fundo-RS
<http://lattes.cnpq.br/0739220421174141>

Cassiano Loesch

Centro Universitário Unideau
Passo Fundo-RS
<http://lattes.cnpq.br/0414063225960732>

Ariel Gasparin Nunes

Centro Universitário Unideau
Passo Fundo-RS
<http://lattes.cnpq.br/9232869140422413>

Rodrigo Crippa

Centro Universitário Unideau
Passo Fundo-RS
<http://lattes.cnpq.br/4834628468420818>

Alan Eduardo Bazzan

Centro de Ensino Superior Riograndense
Cesurg
Sarandi-RS
<http://lattes.cnpq.br/0294111418597369>

Bárbara Thaisi Zago

Centro Universitário Unideau
Passo Fundo-RS
<http://lattes.cnpq.br/6631951435044991>

Flávia Serena da Luz

Centro de Ensino Superior Riograndense
Cesurg
Sarandi-RS
<http://lattes.cnpq.br/8955014668583611>

RESUMO: O presente trabalho trata-se da realização da sutura fabelotibial em uma ave, através da técnica extracapsular de imbricação empregada em caninos na reconstituição da estabilidade da articulação do joelho pela ocorrência de ruptura do ligamento cruzado cranial acometido por traumas, degeneração articular e exposições de atividades excessivas. Na execução do método realizou-se a sutura na articulação dissecada de uma ave abatida da espécie *Gallus gallus*, sendo assim, fez-se ancoragem do fio poliéster nos condilos femorais, constituindo a mesma função da união do fio náilon na fabela dos cães. Acrescenta-se, a importância dos conhecimentos anatômico e fisiológico das espécies para a efetuação da técnica. Em vista disso, totalizou-se êxito da mesma a qual promoveu a função de reconstituição da articulação femorotibial do joelho, proporcionando equilíbrio mediante a sutura desempenhada.

PALAVRAS-CHAVE: Aves, cães, extracapsular, fabelotibial, técnica.

CRANIAL CROSS-BINDING BREACH IN DOGS: EXTRACAPSULAR IMBRICATION TECHNIQUE SUTURE USED IN BIRD

ABSTRACT: The present work deals with the accomplishment of the fabelotibial suture in a bird, through the extracapsular imbrication technique used in canines in the reconstitution of the stability of the knee joint due to the occurrence of rupture of the cranial cruciate ligament affected by trauma, joint degeneration and exposures of activities excessive. In the execution of the method, a suture was performed

on the dissected articulation of a slaughtered bird of the Gallus gallus species, thus anchoring the polyester thread in the femoral condyles, constituting the same function of the union of the nylon thread in the dogs' fabella. The importance of the anatomical and physiological knowledge of the species is added to carry out the technique. In view of this, it is a complete success, which promotes the reconstruction function of the knee femorotibial joint, providing balance through the performed suture.

KEYWORDS: Birds, dogs, extracapsular, femoro-fabelo-tibal, technique.

1 | INTRODUÇÃO

O ligamento cruzado cranial (LCCr) é um dos constituintes da articulação femorotibio Patelar e têm por função a estabilização da mesma diante de impactos externos como atividade física promovida. O LCCr atua principalmente em sua biomecânica, evita amplitude de movimentação articular e hiperextensão. No entanto, a ruptura do ligamento causa instabilidade e alterações do movimento articular do joelho, porém em lesão crônica do ligamento não submetido a um tratamento efetivo, probabilizará em 50% de chance em obter uma lesão meniscal além de riscos de degeneração articular.

A ruptura do LCCr, promove incapacidade de atuação do conjunto articular, ou seja, os ligamentos laterais, cranial e caudal presentes no centro da articulação se cruzam possibilitando o funcionamento efetivo articular femorotibio Patelar. A ruptura aguda acomete com maior frequência em cães jovens de até 4 anos de idade de raças de grande porte (Akita, Labrador Retriever, Rottweiler, Bull Mastiff, Chow Chow e entre outras). Já, em cães de pequeno e médio porte acima de 7 anos possui predisposição de lesão crônica degenerativa. O primeiro caso patológico descrito foi por Calin em 1926, porém somente em 1952 por Paatsama, que se obteve atenção e estudos relacionados aos tratamentos e procedimentos cirúrgicos desta patologia e em 1966 obteve-se descrição da primeira técnica extracapsular de imbricação por Childers.

Os métodos de tratamentos são controversos, mas a forma de utilização com relevância é cirúrgico a qual assegura uma função estável da articulação, segundo a literatura. O tratamento adequado minimiza problemas secundários, sendo diagnosticado através de sinais clínicos e utilização de radiografia como método complementar. O sucesso define a percepção de diagnósticos clínicos, físicos e diferenciais, além de êxito pré e pós operatório.

O objetivo do presente trabalho foi a efetuação da sutura fabelotibial do método extracapsular, empregada no rompimento do ligamento cruzado cranial, em uma ave, como modelo experimental.

2 I DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento deste trabalho apresentará detalhadamente o referencial teórico, relacionado diretamente ao objetivo geral, além da importância da metodologia de realização do tipo de sutura em modelo experimental e a discussão envolto geral expresso na pesquisa. Explicita-se assim, o estudo e seus resultados.

2.1 Referencial teórico

2.1.1 *Anatomia e fisiologia*

A articulação femorotibial é uma das constituintes do joelho, sendo uma conexão sinovial e condilar, formado pelos côndilos do fêmur, apresentando-se em “oposição condilar” da tibia e também composta pela face proximal do menisco ao côndilo do fêmur, e a face distal do mesmo sobre o condilo da tibia (MATEUS, 2010; VOGEL, 2016).

Os meniscos laterais e mediais possuem um formato de “C”, os quais permitem a estabilidade e amortecimento do impacto, ou seja, distribui-se a carga de forma uniforme, permitindo melhor rotacionalidade, prevenção de choque entre a tibia e o fêmur e o aumento da lubrificação da articulação (BARATTO, 2004).

De acordo anatômico a patela apresenta-se como porção óssea do fêmur, formando a articulação femoro-patelar. Os movimentos realizados são de acordo com a articulação femoro-tibial (SANTOS, 2017). Na articulação femorotibiopatelar, há presença de ligamentos cruzados, auxiliando na estabilidade da biomecânica articular. O ligamento cruzado cranial “origina-se da área intercondilar do côndilo femoral lateral, se prolonga crânio distalmente e se insere na área intercondilar central da tibia” (KÖNING, 2016).

2.1.2 *Biomecânica*

A articulação do joelho diante de impactos externos promovido pelas reações da musculatura ao solo reage na estabilização do joelho, porém essa ação corresponde somente pela presença dos ligamentos. Ao promover a reação, a forças geradas ocasionam irritação sobre o LCCr, pelo fato que a força provocada ultrapassa o linear do peso corporal do cão (SANTOS, 2017; MATEUS 2010). De acordo com Romano et al. (2006), a articulação satura até 4 vezes do peso do animal, acima ou igual ocasionará, dependendo da intensidade, o rompimento do ligamento. Conforme Pereira (2014), quando ocorre o impacto do solo o fêmur e a tibia são comprimidos, isto promove angulação do platô tibial.

A funcionalidade do LCCr, delimita a rotacionalidade interna (ângulo de 45° o movimento atinge sem ocasionar danos) e promove um “bloqueamento da

translação cranial tibial”, de fato não permite movimentação paralela no seu próprio eixo, assim há também o auxílio do ligamento patelar nessa limitação. Consequente, se sobre tenciona na “extensão da articulação e distensiona no movimento de flexão e hiperextensão, promovendo também proteção a mobilidade extensiva dos ligamentos cruzados: caudal, lateral e medial” (FOSSUM 2015; MATEUS, 2010; BARRATO 2004, ROMANO et al., 2006).

2.1.3 Lesão articular e sinais clínicos

A RLCCr promove diversas fases de mudanças articular durante a mobilidade, podendo ser acometido por traumas associadas com fatores patogênicos, ou seja, há degeneração do ligamento em função do envelhecimento (MÜLLER, 2010; SANTOS, 2017).

Conforme Santos (2017), a conformação óssea de raça de grande porte retrata divergência entre elas, mas é considerada normal à determinada raça selecionada. Isto é, pode haver comprometimento de distribuição uniforme do equilíbrio corporal, contribuindo assim, em aumento de força realizada na articulação, acomete principalmente as raças Rottweiler e Chow Chow, porque manifesta angulação de estação maior do joelho, sendo fatores relacionados à predisposição da RLCCr. Por outro lado, não há uma definição do grau de lesão em relação ao peso, dependerá da forma ocasionada e das predisposições.

As lesões são classificadas em lesão aguda, a qual pode apresentar contusão de menisco, quando ocorre uma hiperextensão e rotação de grau de 20% a 50% interna da tíbia, que ocasiona sinais de claudicação, sem o apoio de peso sobre o membro ou com apoio parcial (FOSSUM, 2015; MATEUS, 2010; ROMANO, 2006).

A lesão parcial promove um rompimento incompleto do LCCr, o animal manifesta uma claudicação com leve instabilidade, a qual dificulta a observação em exame clínico e testes físicos realizados, porém poderá evoluir para uma ruptura completa acometido durante um movimento de atividade excessiva (MÜLLER, 2010; ROMANO, 2006; FOSSUM, 2015)

Já, na lesão crônica os cães demonstram claudicação e dificuldade de elevar-se e acomodar-se, porém a sinais de melhora em relação a claudicação, mas torna-se recorrente. Entanto, também há presença de atrofia muscular e estalos durante o movimento de extensão e flexão da articulação do joelho, normalmente está associada com lesão secundária meniscal medial, sendo que o mesmo fica impossibilitado de absorver energias e cargas externas e a lubrificação da articulação fica comprometido (FOSSUM, 2015; SANTOS, 2017; FERRIGNO et al., 2012).

A reconstituição ligamentar por método cirúrgico tem como objetivo reconstituir e estabilizar o ligamento lesado além de limitar o desenvolvimento de

osteoartrite (BIASI et al., 2005). A mesma não possui uma patologia exata, mas um dos fatores desencadeante é as citocinas e quimiocinas. Essas substâncias realizam catabolismo na cartilagem articular as quais são liberadas diante do trauma acometido (SILVA, 2009).

2.1.4 Exame físico e diagnóstico

Na avaliação do exame físico, o animal é observado em repouso, ou seja, há verificação da conformação corpórea, distribuição do peso e presença de tumefação. O animal que apresenta ruptura não tem uma posição de conformidade de simetria de flexão na articulação do joelho. Após, identifica-se a conformação e locomoção através de marcha e trote, se apresentar RLCCr, haverá uma variação do ciclo de movimento e subluxação, além disso se faz a palpação com o animal em estação, conferindo bilateralmente a assimetria e verificação de atrofia muscular, desta maneira têm-se confirmação ou contradição das definições do problema pelo proprietário e define presuntivamente o nível de lesão (MATEUS, 2010; BRINKER, PIERMATTEI, FLO, 2009).

Os testes físicos sugeridos para verificação de RLCCr, é o teste de gaveta cranial, a qual proporciona a análise do deslizamento do fêmur em relação a tibia. Para realização do teste, deve-se dar atenção ao presuntivo, caso haja suspeita de ruptura deve realizar uma sedação ou anestesia geral, em função da dor e diminuição da tensão muscular (MATEUS 2010; FOSSUM, 2015; PINTO, 2011).

Na execução da avaliação é indicado que o animal seja posicionado em decúbito lateral, mas pode-se colocar em estação. O examinador coloca-se os dedos diante da estrutura óssea, obtendo cuidado para não avaliar os tecidos moles. Posiciona-se, o dedo indicador de uma das mãos na patela, o polegar coloca-se atrás da fabela, obtendo ponto referencial o fêmur e o restante dos dedos contornando a coxa. Com a outra mão, o dedo indicador é posicionado sobre a tibia e o polegar em cima da cabeça da fíbula (FOSSUM, 2015; ROMANO, 2006; BARRATO, 2004; BRINKER, PIERMATTEI e FLO, 2009).

No desempenho do movimento, as mãos devem apresentar retas. A primeira mão realiza a função de fixação ao fêmur e a segunda exerce o deslocamento da tibia, sendo para frente e para trás, porém não se deve rotacionar a mesma diante do movimento. Efetuam-se esses movimentos na flexão como na extensão da articulação. Desempenha-se o mesmo teste no membro oposto, averiguando angulação e simetria. Ao haver confirmação do rompimento, demonstrará ausência de interrupção no movimento de extensão, mas em relação a lesões parciais há pequena instabilidade no deslocamento em flexão e estável na extensão (BRINKER, PIERMATTEI e FLO, 2009; FOSSUM, 2015).

Ao efetuar o teste da gaveta, precisa estar ciente da idade e raça do paciente, pelo fato, que filhotes de raças grandes possuem até um ano de idade a articulação imatura, sendo confundido com o movimento de gaveta, diferente de animais adultos, pela inexistência de flacidez articular, normalmente não apresenta esse movimento (BRINKER, PIERMATTEI e FLO, 2009).

O teste de compressão tibial tem por função simular as condições de tolerância da articulação em relação aos movimentos realizados. Considera-o melhor teste ao animal, pelo fato que proporciona baixa irritação e dor, porém não expõe com clareza a presença de ruptura (MATEUS, 2010).

Indica-se na realização da avaliação que o posicionamento do animal seja em decúbito lateral ou em estação e o membro situado para cima. O dedo indicador do operador deve estar sobreposto na patela e a ponta do mesmo em cima da crista tibial, e a segunda mão posicionada na região metatarsiana na superfície plantar da pata. Realizar-se-a flexão do jarrete, sendo que o dedo indicador sobre a patela e a crista tibial sentirá o movimento e evitando a flexão do joelho. No aparecimento de RLLCr, a crista tibial se prolongará à frente do jarrete no movimento (FOSSUM, 2015).

Portanto, o diagnóstico está correlacionado com a observação clínica do animal, através do nível de claudicação apresentada, histórico e com achados de exames físicos e complementares realizados (BARRATO, 2004).

O diagnóstico complementar pode ser por meio de exame radiográfico a qual possibilita excluir diagnósticos diferenciais e observar problemas secundários após lesões crônicas, como por exemplo, osteartrose. Devem-se realizar duas projeções da articulação sendo mediolateral e craniocaudal e uma projeção contralateral da outra articulação para complementação e precisão da leitura das projeções executadas. As alterações observadas na radiografia dependerão do grau da lesão, mas comumente verifica-se deslocamento da tibia em relação ao fêmur, compressão do coxim, difusão articular ocasionada pela extensão da cápsula articular caudal e desenvolvimento de osteófitos na crista troclear tíbio- patelar (BARATTO, 2004; FOSSUM, 2015).

Sob o mesmo ponto de vista, tem-se a opção do exame artroscópio que permite diagnosticar com precisão a lesão antes da radiografia, um método de baixa invasão, além de permitir métodos cirúrgicos com esse auxílio, por exemplo retirada de fragmentos do LCCr, biópsias, curetagem da cartilagem e entre outros. Permite avaliação de lesões secundárias e diminui estresse cirúrgico de exposição com recuperação significativa, obtendo baixa morbidade (MATEUS, 2010; BARATTO, 2004).

2.1.5 Tratamentos

De acordo com os exames físico e complementar, obterá presunção em realação ao tratamento. No tratamento clínico, deve-se averiguar a raça, idade, peso e atuação do paciente, sendo considerado um método conservador, porém somente estabelecido em animais com menos de 15 kg. Indica-se que o cão necessita permanecer em repouso após o trauma em torno de 12 a 18 semanas aproximadamente. Nesse tempo o animal já apresenta estabilidade normal do membro, mas não possui funcionalidade total, a qual pode resultar problemas de lesões menicais e constusão articular no membro posterior, pelo estresse acometido (BUQUERA et al., 2002; BARATTO, 2004).

Por outro lado, o tratamento cirúrgico é empregado em todas as raças, idade e atividade do paciente, sendo o mais indicado para a estabilização funcional da articulação. Possuem-se diversas técnicas empregadas, de fato o método cirúrgico mais comum aplicado de reconstrução é extra-articular ou extracapsular por inserção de sutura, obtendo baixo índice de luxação patelar pós cirúrgico (MATEUS, 2016).

Bem como, uma das técnicas utilizadas é a técnica de sutura fabelotibial ou imbricação retinacular lateral modificado (extracapsular), a qual tem por função de conectar a articulação e promover a estabilidade. Assim, realiza-se uma união através da parte posterior que envolve a fabela, conectando na crista da tibia através de uma sutura grossa. “Indica-se fios para sutura de monofilamento de náilon, polietileno, náilon de pesca e/ou arame monofilamentoso” (FOSSUM, 2015; ROSA, 2016; IGLÉSIAS, 2009). Para o tecido subcutâneo realiza-se sutura padrão contínuo simples com fio de poligactina, e o fio de náilon monofilamentado à pele, com padrão de sutura simples interrompido (BUQUERA et al., 2007).

Considera-se a cirurgia ortopédica, um procedimento com altos índices de presença de dor. Desta maneira, a analgesia objetiva o bloqueamento dos receptores. Há diversos protocolos utilizados, indica-se quando há presença elevada de dor há utilização de analgesia epidural combinada com geral, com função de intervenção de atuação das fibras nervosas, durante e pós operatório, promovendo um conforto e relaxamento do animal (FOSSUM, 2015; BUQUERA et al., 2007).

Para realização do procedimento cirúrgico, têm-se diversas opções de anestesia, irá de acordo com os sinais, exame físico e análise laboratorias. Os fármacos a qual possibilita como pré operatório são diazepam (0,2 mg/kg) via intravenosa (IV) ou levomepromazina (1 mg/kg) IV. Para a indução têm-se propofol (2-4mg.kg⁻¹) IV ou cetamina (5,5 mg.kg⁻¹) com diazepam (0,28 mg.kg⁻¹) IV ou tiopental sódica (12,5 mg.kg⁻¹) IV. E na manutenção pode-se utilizar o propofol (5,5mg.kg⁻¹) IV ou anestésicos volatáteis diluídos em oxigênio como halotano, isoflurano e/ou sevoflurano e na opção de analgesia epidural aplica-se lidocaína 2% (1 ml por 4,5 kg)

ou bupivacaína 0,5 % (0,22 ml.kg⁻¹) ou ropivacaína 0,5% (0,22 ml.kg⁻¹) (FOSSUM, 2015; BUQUERA et al., 2007).

3 I MATERIAL E MÉTODOS

Com base em um estudo de caso de rompimento de ligamento cruzado cranial (RLCCr) de um cão da raça Chow Chow, foi submetido para os fins do trabalho a técnica de sutura fabelotibial em uma ave abatida, da espécie *Gallus gallus*.

Conforme FOSSUM (2015), a técnica de sutura fabelotibial consiste em realizar um túnel na tíbia com a furadeira cirúrgica e em seguida ancora-se um fio de monofilamento de náilon atrás da fabela, obtem-se uma reestruturação extracapsular.

Em vista disso, para a realização da técnica na ave, fez-se inicialmente no joelho a dissecação. Conforme Silva e Santos (2018) a dissecação em cadáveres possibilita na prática a definição de estruturas como, aparelho locomotor, para evidenciar a importância de cada particularidade que o compõem.

Desta maneira, utilizou-se água morna para retirada das penas, após com auxílio de uma lâmina de bisturi a retirada de pele e musculatura. No joelho, conforme na Figura 1, retirou-se cuidadosamente a capsula articular até obter a presença macroscópica dos ligamentos interiores, a qual observou-se o ligamento cruzado cranial.



Figura 1. Ligamento cruzado cranial macroscopicamente

Foto: SANTOS, L., 2018.

3.1 Sutura fabelotibial

A sutura realizada inicialmente foi com o membro dissecado e ajustado alguns procedimentos conforme o tecido ósseo da ave. Logo após, efetivou com um auxílio

de uma furadeira com broca de 1,5 mm para perfuração da crista tibial (Figura 2), em seguida realizou-se lacerações profundas nos condilos medial e lateral para fixação do fio de poliéster. O fio foi passado por cima do ligamento da fíbula, colocado nas lacerações profundas dos condilos e transpassado na perfuração tibial (Figura 3A) e concluiu-se com um ponto simples (Figura 3B).



Figura 2. Perforação da crista tibial com auxílio de furadeira
Foto: SANTOS, L., 2018.

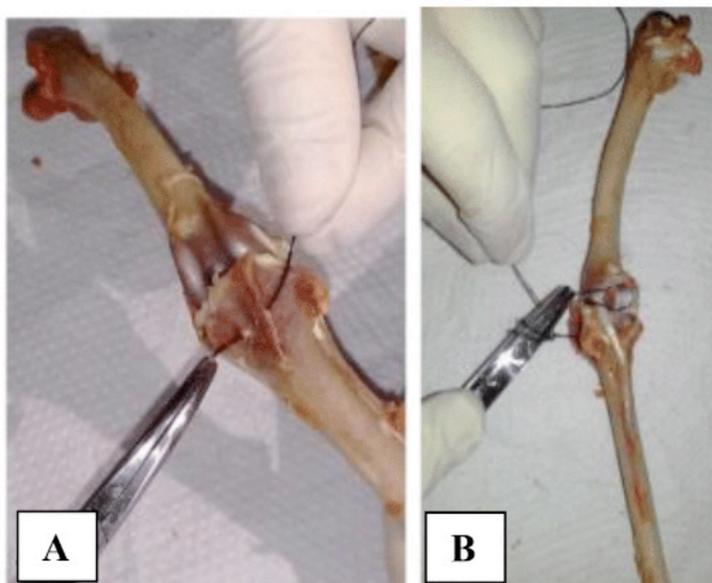


Figura 3. A) Passagem do fio de poliéster na crista da tibial. B) Conclusão da sutura com ponto simples

Foto: SANTOS, L., 2018.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da estrutura anatômica propõe discernimento da integridade do processo funcional do joelho, a qual contribui na compreensão de estabilidade que o ligamento cruzado cranial (Figura 4B) promove na articulação. Desta forma, na avaliação macroscópica, pode-se observar no teste de gaveta (Figura 4A) a importância do LCCr em sua anatomia funcional, de modo que detecta o bloqueamento da distensão do fêmur em relação a tíbia, não ultrapassando o linear de extensão. Diante disso, Mateus (2010) enfatiza que o LCCr proporciona efeitos de interrupções do movimento paralelo da tíbia em relação ao fêmur e limita a extensão excessiva da articulação do joelho do membro pélvico.

Por outro lado, em uma ruptura identifica-se a instabilidade e afuncionalidade da articulação (Figura 4C), o fêmur passa do linear da tíbia. Para Carneiro (2010), ocorre uma rotação anatômica anormal da tíbia em relação ao fêmur e os ligamentos se translaçam, assim promovem a incapacidade fisiológica da atividade da articulação femorotibial.

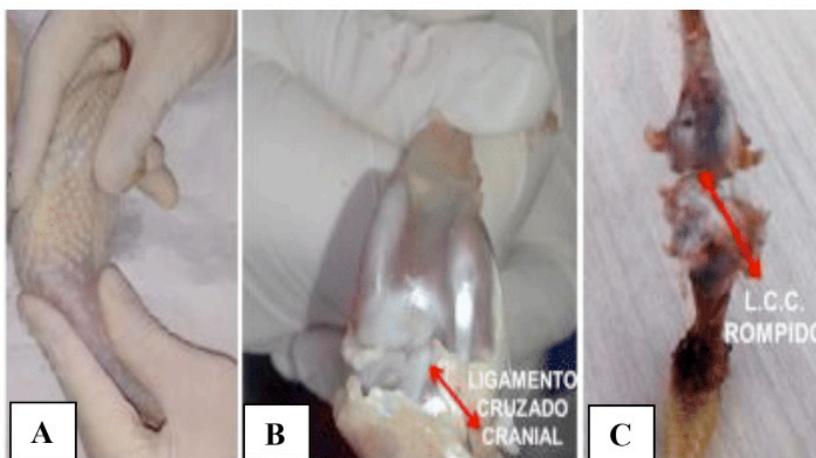


Figura 4. A) Teste de gaveta, estabilidade articular. B) Macroscopia da posição anatômica do ligamento cruzado cranial na ave. C) Ligamento cruzado cranial rompido na ave

Foto: SANTOS, L., 2018.

A técnica de sutura fabelotibial em cães é classificada como extracapsular e sendo um método de maior incidência de utilização pelos Médicos Veterinários no tratamento cirúrgico da RLCCr (SANTOS, 2017). De acordo com Tartarunas et al. (2007), se realiza uma conexão com fio (pode-se utilizar náilon) na fabela lateral

com a crista tibial, a fabela localiza-se “entre os condilos femorais e a diáfise distal do fêmur”, citado por Fossum (2015), a mesma classifica-se como osso sesamóide interligado como músculo gastrocnêmio (KÖNIG, 2016).

Diante das fraturas ou luxações dos ligamentos do joelho nas aves, os métodos ortopédicos implantados e realizados nos cães são submetidos os mesmos nas aves. Ademais, as técnicas de fixação externa são mais eficientes, em relação de ser de baixa infusão óssea (CASTRO, 2010), diferentemente nos cães, sendo que tanto intracapsular ou extra, demonstram resultados satisfatórios (SANTOS, 2017).

O método de sutura fabelotibial realizado na ave, como citado anteriormente por Tartarunas et al. (2007), e seguido de acordo com Fossum (2015), em cães, apresentou modificações, pela dificuldade de ancoragem do fio (poliéster simples) na fabela, porque anatomicamente apresenta-se maior vulnerabilidade e menor tamanho comparada com um canino, desta forma, realizaram-se lacerações profundas nos condilos do fêmur para obter a conexão do fio com a crista tibial, de acordo com a Figura 5, resultando estabilidade articular.

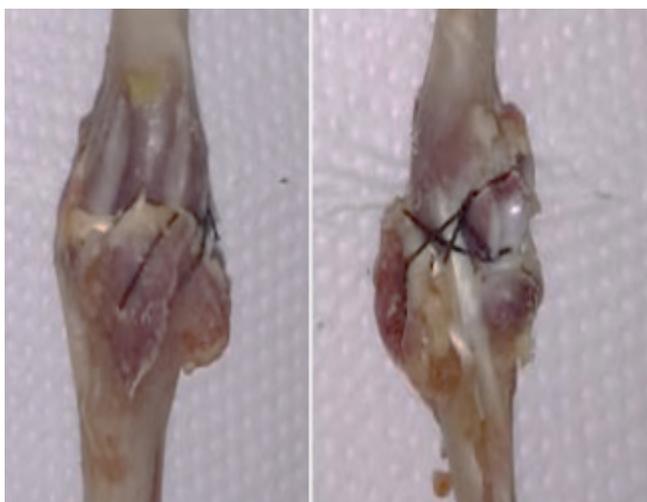


Figura 5. Sutura fabelotibial realizada em uma ave

Foto: SANTOS, L., 2018.

Para Castro (2010), a intervenção cirúrgica com utilização de placas e pinos em aves, não apresenta uma boa recuperação ou poderão promover lesões secundárias em função da fragilidade osséa, optando-se assim pelos métodos de fixação externa. Conforme Tartarunas et al. (2007), a sutura fabelotibial realizada

com fio poliéster trançado em caninos promovem função normal da biomecânica articular, porém a preferência para esse procedimento é de fio náilon e polipropileno pela segurança de esterilização. Nesse contexto, a técnica de fabelotibial desencadeia um equilíbrio entre a articulação responsável pela função na ave o qual correspondeu de forma simétrica o propósito da sutura.

5 | CONCLUSÃO

Conclui-se que o ligamento cruzado cranial e os demais que o compõe a articulação femorotibial do joelho dos mamíferos e aves, apresentam macroscopicamente mínimas diferenças em tamanho anatômico.

Desta maneira, o objetivo geral proposto ao realizar a técnica de sutura na ave, logrou êxito ao proporcionar estabilidade articular com as modificações realizadas no membro dissecado, não obteve interferência em relação a função da técnica, resultando semelhante do caso clínico acompanhado com a efetividade do procedimento de reconstituição.

Portanto, para promover sucessão dos resultados pós-cirúrgicos, opta-se por meios de benefícios da fisioterapia a qual resulta recuperação da marcha, progressão da estabilidade articular e baixa probabilidade de desenvolvimento de atrofia muscular.

REFERÊNCIAS

BARATTO, A. **Ruptura do ligamento cruzado cranial: Revisão de literatura e relato de um caso em gato.** Santa Maria, RS, 2004. Disponível em : <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/1154/Baratto_Annelisa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 30 ago.2018.

BIASI, F.; RAHAL, S.C.; VOLPI, R.S.; SEQUEIRA, J.L. **Reconstrução do ligamento cruzado cranial em cães, associado ou não ao sulfato de condroitina.** Arq. Bras. Med Vet. Zootec , v.57, n.4, p. 442-447, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v57n4/26064.pdf>>. Acesso em: 01 nov.2018.

BRIKER, PIERMATTEI, FLO. **Ortopedia e tratamento de fratura de pequenos animais.** 4ed. Barueri, SP: Manoele, 2009.

BUQUERA, L.E.C.; PADILHA FILHO, J.G.; CANOLA, J.C.; TALIERI, I.C.; FURLANI, J.M. **Estabilização extra-articular do joelho com fásia lata autógena em cães de raças de grande porte.** Arq. Bras.Med.Vet.Zootec. São Paulo. V.59, n3, p.685-694, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v59n3/a21v59n3.pdf>>. Acesso em 07 set.2018.

BUQUERA, LEC; CANOLA, J.C.; PADILHA FILHO, J.G.; FURLANI, J.M.; TALIERI, I.C.; SELMI, A.L. **Radiografia e macoscopia do joelho após estabilização extra-articular utilizando fásia lata, fio de poliéster trançado ou fio poliamida para correção da ruptura do ligamento cruzado cranial em cães.** Ciência Rural. Santa Maria, v.32,n1, p.73-78, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/cr/v32n1/a13v32n1.pdf>>. Acesso e: 07 set.2018.

CARNEIRO, A. **Diagnóstico de ruptura de ligamento cruzado cranial**. 2010. Disponível em: <<https://cirurgiavet.wordpress.com/2010/11/15/diagnostico-de-ruptura-de-ligamento-cruzado-cranial/>>. Acesso em: 14 out. 2018.

CASTRO, P.F. **Afecções cirúrgicas em aves: estudo retrospectivo**. São Paulo, 2010. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10137/tde.../Patricia_Ferreira_Castro.pdf>. Acesso em: 12 out.2018.

FERRIGNO, C.R.A.; CAQUIAS, D.F.I.; Nina, M.I.D.; CUNHA, O.; ITO, K.C.; MARIANI, T.C.; FERRAZ, V.C.D.M.; COTES, L. **Ruptura de menisco associada à ruptura de ligamento cruzado cranial em cães**. São Paulo, 2012. Disponível em: <[www.revistas.usp.br/Início/Arquivos/v.49n.4\(2012\)](http://www.revistas.usp.br/Início/Arquivos/v.49n.4(2012))>. Acesso em: 30 out.2018.

FOSSUM, T. W. **Cirurgia de pequenos animais**. 4ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

IGLÉSIAS, L.V. **Comparação entre as técnicas cirúrgicas para a correção da ruptura do ligamento cruzado cranial em canídeos**. Lisboa, 2009. Disponível em: <<https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/1508/1/Compara%C3%A7%C3%A3o%20entre%20T%C3%A9cnicas%20Cir%C3%BArgicas%20para%20a%20Correc%C3%A7%C3%A3o%20da%20Ruptura%20do%20Ligamento%20Cruzado%20Cranial%20em%20Can%C3%ADdeos.pdf>>. Acesso em 07 set.2018.

KÖNING, H. E. **Anatomia dos animais domésticos: texto e atlas colorido**. 6ed.- Porto Alegre: Artmed, 2016.

MATEUS, F.J.V. **Ruptura do ligamento cruzado cranial no cão**. Coimbra, 2010. Disponível em: <http://188.93.230.55/~hospvetm/images/teses/tese_9.pdf>. Acesso em 30 agos. 2018.

MÜLLER, D.C.D.M. **Correção de ruptura de ligamento cruzado em cães com implante de polipropileno associado à fração total de células mononucleares**. Santa Maria, RS, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/4071>>. Acesso em: 30 agos.2018.

PEREIRA, R.D.D.O.,. **Estudo biomecânico comparativo entre as técnicas cirúrgicas para o tratamento da ruptura do ligamento cruzado cranial em cães**. Belo Horizonte, 2014. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/SMOC-9V5GG8/estudo_biomec_nico_comparativo_entre_as_t_cnicas_cir_rgicas_para_o_tratamento_da_ruptura_do_ligamento_cr.pdf?sequence=1>. Acesso em: 12 out.2018.

PINTO, L.A.T. **Ruptura do ligamento cruzado cranial em cães e a reabilitação física pós-operatória**. Porto Alegre, 2011. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/52512/000851203.pdf?sequence=1>> Acesso em: 30 agos.2018.

ROMANO, L. **Análise biomecânica da articulação femoro-tibio-patelar quanto à translação cranial da tíbia em relação ao fêmur e da técnica extra-capsular com naylon e anel de aço para reparação do ligamento cruzado cranial em cães**. São Paulo, 2006. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10137/tde-05042007.../LRomano.pdf>. Acesso em: 30 agos.2018.

ROMANO, L.; PEREIRA, C.A.M.; SCHAMAEDECKE, A.; SAUT, J.P.E.; FERRIGNO, C.R.A., **Análise biomecânica do joelho íntegro e com ruptura do ligamento cruzado cranial quanto ao grau de deslocamento cranial e rigidez articular em cães**, 2006. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/26427051_Analise_biomecanica_do_joelho_integro_e_com_ruptura_do_ligamento_cruzado_cranial_quanto_ao_grau_de_deslocamento_cranial_e_rigidez_articular_em_caes>. Acesso em 12 out. 2018.

ROSA, V.C. **Técnica de avanço da tuberosidade tibial (TTA) para tratamento de ruptura do ligamento cruzado cranial em cães**. Porto Alegre, 2016. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/148239/001001478.pdf?sequence=1>>. Acesso em 07 set. 2018.

SANTOS, J.I.D.M. **Cirurgia de animais de companhia. Cirurgia ortopédica para correção de ruptura do ligamento cruzado cranial**. Porto, 2017. Disponível em: <https://sigarra.up.pt/fgdup/pt/pub_geral.show_file?pi_gdoc_id=919779>. Acesso em: 30 agos.2018.

SILVA, A.C. **Estudo da orteatrose em joelhos de cães secundária à ruptura do ligamento cruzado cranial**. São Paulo, 2009. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/5/5145/tde-09062009-165130/>. Acesso em: 01 nov.2018.

SILVA, L.C.S.; SANTOS, P.R. D.S. **A importância da dissecação animal na anatomia veterinária para a formação profissional clínica – cirúrgica**. 2018. Disponível em: < <http://www.themaetscientia.com/index.php/ACNMVF/article/view/722>>. Acesso em: 14 out. 2018.

TARTARUNAS, A.C.; MATERA, J.M.; OLIVEIRA, R.M.D.; MACHIONE, R.M.; BRUGNARO, M. **Estudo retrospectivo do tratamento da ruptura de ligamento cruzado cranial no cão por técnica cirúrgica extra-articular**. São Paulo, 2007. Disponível em: < <https://www.revistas.usp.br/bjvras/article/download/26639/28422/>> Acesso em: 12 out.2018

VOGEL, L.W. **Estabilização da ruptura do ligamento cruzado cranial em cães com técnica da TPLO**. Porto Alegre, 2016. Disponível em <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/148242/001001140.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 30 agos.2018.

CAPÍTULO 16

AVALIAÇÃO DO PERFIL PEPTÍDICO DOS HIDROLISADOS PROTEICOS OBTIDOS DE *Paralonchurus brasiliensis* ORIUNDOS DA FAUNA ACOMPANHANTE

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 07/07/2020

Artur Ascenso Hermani

Universidade Estadual Paulista
Campus Jaboticabal
Jaboticabal - SP
<http://lattes.cnpq.br/2224260507905723>

Tavani Rocha Camargo

Universidade Estadual Paulista
Centro de Aquicultura de Jaboticabal
Jaboticabal - SP
<http://lattes.cnpq.br/8562608595379511>

Gabriella Cavazzini Pavarina

Universidade Estadual Paulista
Campus Jaboticabal
Jaboticabal - SP
<http://lattes.cnpq.br/8262436320266804>

Luiz Flávio José dos Santos

Universidade Estadual Paulista
Campus Jaboticabal
Jaboticabal - SP
<http://lattes.cnpq.br/5888302973425312>

Wagner Cotroni Valenti

Universidade Estadual Paulista
Centro de Aquicultura de Jaboticabal
Jaboticabal - SP
<http://lattes.cnpq.br/0588804414769477>

João Martins Pizauro Junior

Universidade Estadual Paulista
Campus Jaboticabal
Jaboticabal - SP
<http://lattes.cnpq.br/3958124498479090>

RESUMO: A ração representa de 60 a 85% dos custos da produção no setor de aquicultura. Dessa forma, buscar alternativas sustentáveis em substituição aos ingredientes normalmente utilizadas na formulação deste insumo é questão fundamental para a expansão do setor. Neste aspecto, o rejeito da pesca demersal, chamado fauna acompanhante, poderia substituir parcialmente a tradicional farinha de peixe visto que é uma fonte barata e abundante de proteína. Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo estabelecer padrões de tempo ótimos de hidrólise da enzima Protamex® (N200) de *Bacillus subtilis* para a produção de hidrolisados proteicos a partir de fauna acompanhante da pesca de camarões no Brasil. Os hidrolisados proteicos são proteínas química ou enzimaticamente hidrolisadas em peptídeos de diferentes tamanhos, estes hidrolisados podem ser obtidos de resíduos de pesca que costumeiramente tem destino inadequado, mostrando-se alternativa sustentável para o rejeito biológico. O peixe mais abundante da fauna acompanhante da pesca camaroeira *Paralonchurus brasiliensis* foi submetida à hidrólise com enzima Protamex® a 50°C em pH 7,0 durante 4 horas de reação, retirando-se amostras a cada 20 minutos e interrompendo por congelamento em nitrogênio líquido. Foi realizada a determinação da concentração proteica de cada amostra e análise em eletroforese SDS-PAGE. Os resultados obtidos demonstram que o tempo ótimo de hidrólise é o de 160 minutos de reação.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação, peptídeos, hidrolisados, fauna acompanhante, pesca de

arrasto.

EVALUATION OF THE PEPTIDE PROFILE FROM HIDROLISYS OF *Paralanchurus brasiliensis* FROM BYCATCH FAUNA

ABSTRACT: Feed represents 60 to 85% of production costs in the aquaculture sector. Thus, seeking sustainable alternatives to replace the ingredients normally used in the formulation of this input is a fundamental issue for the expansion of the sector. In this respect, the refuse of bycatch fishing, called accompanying fauna, could partially replace the traditional fish meal since it is a cheap and abundant source of protein. Thus, the present study aimed to establish optimal hydrolysis time patterns of the *Bacillus subtilis* enzyme Protamex® (N200) for the production of hydrolysates from shrimp bycatch fishing in Brazil. Protein hydrolysates are chemically or enzymatically hydrolyzed proteins in peptides of different sizes, these hydrolysates can be obtained from fishing residues that usually have an improper destination, showing themselves to be a sustainable alternative to biological waste. The most abundant fish of the fauna accompanying the prawn fishery, *Paralanchurus brasiliensis*, was subjected to hydrolysis with Protamex® enzyme at 50°C, at pH 7.0 for 4 hours of reaction, taking samples every 20 minutes and interrupting by freezing in liquid nitrogen. The determination of the protein concentration of each sample was carried out and analyzed in SDS-PAGE electrophoresis. The obtained results demonstrate that the optimal hydrolysis time is 160 minutes of reaction.

KEYWORDS: Evaluation, peptides, hydrolysates, accompanying fauna, trawling.

1 | INTRODUÇÃO

Em 2018, a produção mundial total da aquicultura, incluindo plantas aquáticas, registrou 114,5 milhões de toneladas em peso vivo (FAO, 2020). De acordo com estes dados, 82,1 milhões de toneladas corresponde a animais aquáticos (FAO, 2020). Dessa forma, a aquicultura se tornou um dos setores de produção de alimentos que mais cresce no mundo e promete atender às necessidades de proteínas da população (DIANA et al., 2013; FAO, 2018).

Um dos fatores limitantes à expansão da aquicultura é o alto custo e a insustentabilidade de alguns ingredientes como a farinha de peixe e óleo de peixe (SUBASINGHE et al., 2003; NAYLOR et al., 2009; ZETTL et al., 2019).

Esses ingredientes são considerados vitais para a produção da aquicultura, pois possuem excelente valor nutricional, bom perfil de aminoácidos essenciais, alta digestibilidade e ácidos graxos essenciais (NAYLOR et al., 2000; ZETTL et al., 2019). Dessa forma, pesquisas para a incorporação de ingredientes alternativos para a alimentação aquática vêm sendo realizadas (SHAHIDI e AMBIGAIPALAN, 2015; SHAH, et al., 2018; NG et al., 2019; ZETTL et al., 2019). Neste contexto, o rejeito de pesca é uma fonte abundante de proteína que pode torna-se um ingrediente

alternativo na aquicultura, além de oferecer um destino economicamente viável para a fauna acompanhante. Assim, o processamento da fauna acompanhante se mostra como alternativa sustentável que poderá contribuir para impactar menos o ambiente bentônico marinho.

Os custos com dieta na piscicultura excedem os 70% dos gastos totais, e para contornar tais complicações têm-se estudado métodos de obtenção de hidrolisado proteico a partir de resíduos da filetagem, como a pele, músculo, vísceras e outros subprodutos (ZAMORA-SILLERO et al., 2018; ALTINELATAMAN et al., 2019). Os hidrolisados proteicos são proteínas quimicamente ou enzimaticamente hidrolisadas clivadas em peptídeos de diferentes tamanhos e aminoácidos (SILVA, 2014; ZAMORA-SILLERO et al., 2018; ALTINELATAMAN et al., 2019). A obtenção de hidrolisados pode ocorrer a partir da hidrólise ácida com adição de ácidos orgânicos à silagem, utilizando enzimas ou pela hidrólise por fermentação.

O que se procura nos hidrolisados proteicos é a porção que contenha maior concentração de aminoácidos variados disponível e a fração proteica ainda presente (FURUYA, 2013; PEZZATO; BARROS e FURUYA, 2009; SIMAS, 2005). Os peixes possuem exigências nutricionais quanto à presença equilibrada de aminoácidos, por isso, os hidrolisados proteicos são vantajosos para serem utilizados na nutrição, por conter uma alta concentração de aminoácidos disponíveis (WILSON, 2002). Atualmente, o farelo de soja é utilizado como suplemento proteico para as dietas dos peixes em cativeiro. Este contém 18 aminoácidos dos necessários para a fisiologia destes animais, mas tem baixa concentração de metionina e cistina, além de representar quantidade total de proteínas disponíveis menor que a somatória do total de aminoácidos (SIMAS, 2005).

Neste contexto, a fauna acompanhante da pesca de arrasto de camarões pode ser aproveitada como matéria prima para obtenção de hidrolisados proteicos no intuito de fornecer uma alternativa sustentável para a alimentação de peixes.

Assim, o objetivo do presente estudo foi realizar hidrólises a partir da espécie de peixe mais abundante da fauna acompanhante (*Paralichthys brasiliensis*). Tendo em vista o alto custo para alimentação dos peixes em criadouros, o presente estudo poderá mostrar evidências para aperfeiçoar os métodos de produção de hidrolisados proteicos (por enzima Protamex®), gerando assim uma alternativa à dieta desses animais de baixo custo e de confecção no menor tempo possível.

2 I METODOLOGIA

2.1 Coleta da matéria-prima

Amostras do peixe *Paralichthys brasiliensis* foram fornecidas pela Dra.

Tavani Rocha Camargo, referente ao desenvolvimento de sua tese “*Bioprospecção de compostos antioxidantes na fauna acompanhante da pesca demersal e uso dessas biomoléculas como nutracêuticos na aquicultura*” desenvolvido no Centro de Aquicultura da UNESP, sob orientação do Prof. Dr. Wagner Cotroni Valenti.

As amostras de *P. brasiliensis* foram coletadas no litoral de Ubatuba-SP e transportadas para o Centro de Aquicultura da UNESP, onde foram armazenadas em freezer -20°C. O presente estudo foi desenvolvido no Laboratório de Enzimologia e Imunologia Aplicadas (LEIA) do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP – Campus de Jaboticabal.

2.2 Produção dos hidrolisados proteicos

Paralanchurus brasiliensis inteiras foram trituradas em liquidificador e homogeneizadas com água destilada na proporção 1:2. Antes do processo de hidrólise, as enzimas endógenas contidas nas amostras foram inativadas em banho a 80°C por 20 min. A reação de hidrólise foi realizada em um reator de vidro, de parede dupla, conectado a um banho termostatizado (MARCONI), utilizando a enzima Protamex® (N200) de *Bacillus subtilis*, de acordo com as condições ótimas da enzima (pH 7.0; 50 °C). A proporção enzima e substrato proteico foi de 1:10 (U/g de proteína).

O pH foi controlado com adição de NaOH durante a reação e a temperatura mantida por um *Becker* encamisado acoplado a um banho-maria. Foram coletadas três amostras (triplicata) a cada 20 minutos num período experimental de quatro horas (0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 220 e 240 minutos). A reação enzimática foi interrompida por congelamento em nitrogênio líquido. Todas as amostras serão armazenadas em freezer -80°C para futuras análises.

2.3 Processamento e conservação dos hidrolisados

Todas as amostras foram liofilizadas, desengorduradas pelo método de Soxhlet (JANSEM, 2007) com Éter de petróleo e homogeneizadas em homogeneizador tipo Turrax® com tampão TRIS.HCl 0,13M, pH 6,8 e centrifugadas a 10.000g por 10 minutos a 4°C e os sobrenadantes foram armazenados em freezer -80°C.

2.4 Dosagem de concentração de proteína

A concentração de proteína foi determinada pelo método proposto por Bradford (1976) utilizando um kit comercial da Bio-Rad®, utilizando o soroalbumina bovina fração V como padrão proteico.

2.5 Avaliação peptídica dos hidrolisados proteicos por SDS-PAGE

As proteínas foram separadas por eletroforese em gel de poliacrilamida contendo SDS de acordo com o método de Laemmli (1970). Às amostras foi

adicionado 12 μL de β -mercaptoetanol e 30 μL de tampão de amostra 4X concentrado (2M TRIS.HCl, pH 6,8; 87% de glicerol; 20% de SDS e 0,002% azul de bromofenol), aquecidas em banho-maria em ebulição durante 2 minutos, transferidas para um banho de gelo e armazenadas a -80°C até serem submetidas à eletroforese em gel de poliacrilamida.

As amostras preparadas foram aplicadas no gel de poliacrilamida a uma concentração de 6 μg de proteína total. Em todos os géis foi aplicado também padrão de referência proteico da Bio-Rad Precision Plus. O gel de separação, com concentração igual a 14%, foi preparado utilizando-se 6 mL de tampão de separação (0,75 M TRIS; 0,21% SDS, pH 8,8), 5,58 ml de acrilamida-bis (30:0,8%), 0,42 ml de água deionizada, 180 μL de APS 10% e 18 μL de TEMED. O gel de empilhamento, com concentração igual a 4% foi preparado com 3 mL de tampão de empilhamento (0,13 M TRIS, 0,12% SDS, 0,01% NaN_3 , pH 6,8), 0,5 mL de acrilamida-bis (30:0,8%), 80 μL de APS 10% e 8 μL de TEMED.

O gel de separação, com concentração igual a 18%, foi preparado utilizando-se 6 mL de tampão de separação (0,75 M TRIS; 0,21% SDS, pH 8,8), 6 ml de acrilamida-bis (30:0,8%), 180 μL de APS 10% e 18 μL de TEMED. O gel de empilhamento seguiu a mesma preparação referente ao gel de empilhamento de 14% de concentração de poliacrilamida.

Foi utilizado o sistema de eletroforese Mini-Protean TetraSystem (Bio-Rad) conectado a uma fonte à qual foi aplicada uma voltagem de 120V, por aproximadamente 120 minutos. O corante utilizado foi o Comassie Blue. Para realizar o scanner do gel foi utilizado o aparelho Gel Doc™ (Bio-Rad) e para a manipulação do gel utilizado o software Image Lab Versão 3.0 (Bio-Rad)

A separação no gel ocorre pela diferença de massa molecular entre as cadeias proteicas (ALFENAS et al., 1991).

3 I RESULTADOS

A dosagem de proteína das amostras obtidas de hidrólise (0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 220 e 240 minutos), demonstrou a concentração de 1,342 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ no momento antes do início da hidrólise, 0,963 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ para os 20 minutos de reação, 0,988 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ para os 40 minutos, 0,700 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ para os 60 minutos, 0,648 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ nos 80 minutos, 0,512 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ nos 100 minutos, 0,385 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ nos 120 minutos, 140 minutos quantificou-se 0,393 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ de proteínas, 0,473 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ nos 160 minutos de reação, 0,408 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ nos 180 minutos, 0,383 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ aos 200 minutos, 0,355 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ nos 220 minutos e, por fim, 0,372 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ ao final das 4 horas de hidrólise enzimática, observa-se que, a partir de 120 minutos, houveram poucas variações na concentração proteica (Figura 1).

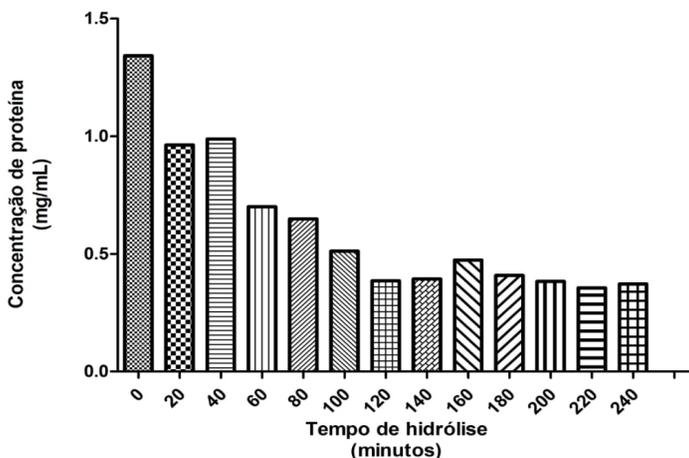


Figura 1. Gráfico da concentração de proteína (mg/mL) nos diferentes tempos de hidrólise (0-240 minutos).

O perfil eletroforético obtido nos géis com a concentração de 14% de poliacrilamida forneceu ampla visão dos perfis proteicos em cada um dos momentos de coleta (Figura 2A e B). Entretanto, houve bandas abaixo dos 10kDa, sendo abaixo dos limites do marcador utilizado (Precision Plus Protein™ Standards da marca Bio Rad®). Para fornecer melhor visualização da fração em questão, foi necessária utilização de gel com 18% de concentração de poliacrilamida por fornecer maior resistência para peptídeos maiores e desta forma, pode se observar melhor separação dos peptídeos abaixo de 10kDa (Figura 2C D).

De forma geral é possível identificar 10 bandas em cada *lane* sendo duas delas entre os 75 e 50kDa, duas entre 25 e 37kDa, mais duas entre 15 e 20kDa e o restante abaixo dessa última marcação, ultrapassando os limites inferiores a 10kDa.

Para os géis de 14% de concentração de acrilamida, as *lanes* obtidas acompanham todas o mesmo perfil, o que se altera aqui é a intensidade das bandas apresentadas e o aumento da fração abaixo dos 10kDa. Ao passo em que as bandas próximas e acima dos 37kDa do marcador molecular vão ficando mais enfraquecidas acontece um reforço das menores frações (observadas melhor no gel mais concentrado). A partir dos 120 minutos de reação também ocorre uma diminuição da intensidade das bandas próximas aos 20kDa mostrando que acontece uma segunda fragmentação de peptídeos iniciada nesse momento.

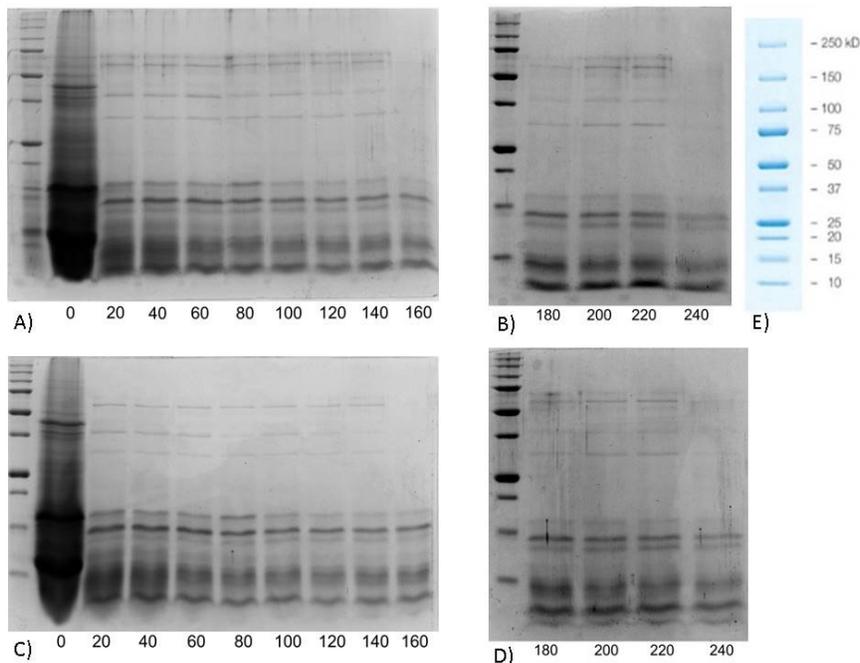


Figura 2. Géis de poliácridamida com os diferentes tempos de hidrólise. A) Gel à 14% de concentração de poliácridamida até os 160 minutos; B) Gel à 14% de concentração de poliácridamida dos 180 minutos a 240 minutos; C) Gel à 18% de concentração de poliácridamida até os 160 minutos; D) Gel à 18% de concentração de poliácridamida dos 180 minutos a 240 minutos. Marcador utilizado: Precision Plus Protein™ Standards da marca Bio Rad®, range: 250-10kDa. (E).

4 | DISCUSSÃO

Os resultados verificados no presente estudo sugerem que a estabilização das concentrações proteicas, observadas na metade do período da reação de hidrólise, se dá pela diminuição da atividade enzimática. Isso pode ocorrer na inativação da enzima devido sua meia vida durante reação de hidrólise ou por ação proteolítica do ambiente asséptico em questão (VILLELA; BACILA e TASTALDI, 1973). Isto pode ter ocorrido devido a hidrólise ter sido realizada com o animal inteiro, sendo enzimas proteolíticas endógenas podem ter contribuído para a estabilização das concentrações proteicas. Não foi considerado a inativação por alterações no pH ou temperatura, uma vez que estes foram monitorados e mantidos nos parâmetros ideais para a enzima utilizada.

Dessa forma, diminui-se a atividade enzimática após a hidrólise massiva dos maiores peptídeos, e se mantem em níveis mais baixos quebrando menores frações proteicas cujo subproduto foi depositado nas frações abaixo dos 10kDa (a adição de

subprodutos a essa fração pode ser observada até os 240 minutos de hidrólise, mas ainda assim representada por bandas pouco visíveis).

Sendo assim, o que se observa a partir dos 120 minutos de hidrólise (mais evidenciado nos 140 minutos em diante) é o fim da hidrólise dos maiores peptídeos, convertidos em aminoácidos ou peptídeos menores, estando esses últimos, em maiores concentrações.

Mesmo que os menores peptídeos e aminoácidos estejam presentes nessas frações, o que acontece a partir deste momento é uma redução de peptídeos menores que os iniciais na menor atividade enzimática, produzindo ainda mais aminoácidos.

Pesquisas que investigaram o efeito da adição de hidrolisados proteicos nas dietas de diferentes espécies de peixes obtiveram resultados promissores (KOTZAMANIS et al., 2007; MASUDA et al., 2013; ZHENG et al., 2013; OVISSIPOUR et al., 2014; CAI et al., 2015; KHOSRAVI et al. 2015; XU et al. 2016). Entretanto, apesar de ser vantajosa uma ração para peixes com maior quantidade de aminoácidos, espera-se que essa ração possua maior aproveitamento com propriedades de rápida e lenta absorção (ROTTA, 2003). Dessa forma, é essencial obter uma fração da hidrólise que contenha poucos peptídeos grandes e muitos peptídeos menores e aminoácidos, fração essa bem caracterizada após as 2 horas de reação, buscando atender o que foi elucidado por Furuya (2013); Pezzato, Barros e Furuya (2009), e Simas (2005) no que tange a quantidade de peptídeos maiores e aminoácidos livres para a produção de hidrolisados proteicos com alto nível nutricional.

É também importante ressaltar que, além das altíssimas concentrações proteicas no momento antes da hidrólise (0 minutos), pode ser que encontrem também outras moléculas capazes de serem hidrolisadas pelo extrato enzimático utilizado, o que explicaria o forte *Smir* da *lane* em questão.

Para compreender o fenômeno observado são necessárias outras análises e metodologias que poderão ser realizadas em estudos futuros.

5 | CONCLUSÃO

Após a análise das frações da hidrólise obtidas e dos perfis de eletroforese em diferentes concentrações de poliacrilamida, podemos concluir que aos 140 minutos seria o ponto de parada da reação de hidrólise enzimática com enzima Protemax N200® para matéria prima como a Maria-Luiza (*Paralichthys brasiliensis*).

Dessa forma, o tempo para parada da reação pode ser utilizado como uma melhoria no processo de obtenção de hidrolisados proteicos de origem de resíduos da pesca e também uma alternativa ecológica e sustentável para o descarte incorreto dessa matéria orgânica.

REFERÊNCIAS

ALFENAS, A. C.; PETERS, I.; BRUNE, W.; PASSADOR, G. C. **Eletroforese de proteínas e isoenzimas de fungos e essências florestais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 242p.

ALTINELATAMAN, C.; KOROLEVA, O.; FEDOROVA, T.; TORKOVA, A.; LISITSKAYA, K.; TSENTALOVICH, M.; CELIK, U. (2019). **An in vitro and in silico study on the antioxidant and cell culture-based study on the chemoprotective activities of fish muscle protein hydrolysates obtained from European seabass and Gilthead seabream**. Food Chemistry, 271: 724-732.

BRADFORD, M. M. **A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding**. Analytical biochemistry, v. 72, n. 1-2, p. 248-254, 1976.

CAI, Z.; LI, W.; MAI, K.; XU, W.; ZHANG, Y.; AI, Q. (2015). **Effects of dietary size-fractionated fish hydrolysates on growth, activities of digestive enzymes and aminotransferases and expression of some protein metabolism related genes in large yellow croaker (*Larimichthys crocea*) larvae**. Aquaculture, 440: 40-47.

DIANA, J. S.; EGNA, H. S.; CHOPIN, T.; PETERSON, M. S.; CAO, L.; POMEROY, R.; CABELLO, F. (2013). **Responsible aquaculture in 2050: valuing local conditions and human innovations will be key to success**. BioScience, 63(4): 255-262.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). (2018). **The state of world fisheries and aquaculture 2018**. Meeting the sustainable development goals (p.45). Rome.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). (2020). **FAO Aquaculture Newsletter**. No. 61 (August). Rome.

FURUYA, W. M. **Nutrição de tilápias no Brasil**. Varia Scientia Agrárias, v. 3, n. 1, p. 133-150, 2013.

JENSEN, W. B. **The origin of the Soxhlet extractor**. Journal of Chemical Education, v. 84, n. 12, p. 1913, 2007.

KOTZAMANIS, Y.P.; GISBERT, E.; GATESOUBE, F.J.; ZAMBONINO INFANTE, J.; CAHU, C. (2007). **Effects of different dietary levels of fish protein hydrolysates on growth, digestive enzymes, gut microbiota, and resistance to *Vibrio anguillarum* in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae**. Comparative Biochemistry and Physiology, 147: 205-214.

KHOSRAVI, S.; RAHIMNEJAD, S.; HERAULT, M.; FOURNIER, V.; LEE, C.R.; DIO BUI, H.T.; JEONG, J.B.; LEE, K.J. (2015). **Effects of protein hydrolysates supplementation in low fish meal diets on growth performance, innate immunity and disease resistance of red sea bream *Pagrus major***. Fish and Shellfish Immunology, 45: 858-868.

LAEMMLI, U. K. **Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4**. Nature, v. 227, n. 5259, p. 680-685. 1970.

MASUDA, Y.; JINBO, T.; IMAIZUMI, H.; FURUITA, H.; MATSUNARI, H.; MURASHITA, K.; FUJIMOTO, H.; NAGAO, J.; KAWAKAMI, Y. (2013). **A step forward in development of fish protein hydrolysate-based diets for larvae of Japanese eel *Anguilla japonica***. Fisheries Science, 79: 681-688.

NAYLOR, R. L.; HARDY, R. W.; BUREAU, D. P.; CHIU, A.; ELLIOTT, M.; FARRELL, A. P.; NICHOLS, P. D. (2009). **Feeding aquaculture in an era of finite resources**. Proceedings of the National Academy of Sciences, 106(36): 15103-15110.

NG, W. K.; LEOW, T. C.; YOSSA, R. (2019). **Effect of substituting fishmeal with corn protein concentrate on growth performance, nutrient utilization and skin coloration in red hybrid tilapia, *Oreochromis sp.*** Aquaculture Nutrition, 25(5): 1006-1016.

PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; FURUYA, W. M. **Valor nutritivo dos alimentos utilizados na formulação de rações para peixes tropicais**. Revista Brasileira de Zootecnia, p. 43-51, 2009.

OVISSIPOUR, M.; ABEDIAN KENARI, A.; NAZARI, R.; MOTAMEDZADEGAN, A.; RASCO, B. (2014). **Tuna viscera protein hydrolysate: nutritive and disease resistance properties for Persian sturgeon (*Acipenser persicus L.*) larvae**. Aquaculture Research, 45: 591-601.

ROTTA, M. A. **Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura**. Embrapa Pantanal-Documents (INFOTECA-E), 2003.

SIMAS, R. C. **Determinação de proteína bruta e aminoácidos em farelo de soja por espectroscopia no infravermelho próximo**. 2005. 123p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química, Campinas, SP

SHAH, M. R.; LUTZU, G. A.; ALAM, A.; SARKER, P.; CHOWDHURY, M. K.; PARSAEIMEHR, A.; DAROCH, M. (2018). **Microalgae in aquafeeds for a sustainable aquaculture industry**. Journal of Applied Phycology, 30(1): 197-213.

SHAHIDI, F.; AMBIGAIPALAN, P. (2015). **Novel functional food ingredients from marine sources**. Current Opinion in Food Science, 2: 123-129

SUBASINGHE, R. P.; CURRY, D.; MCGLADDERY, S. E.; BARTLEY, D. (2003). **Recent technological innovations in aquaculture**. FAO Fisheries Circular, 886, 85.

VILLELA, G. G.; BACILA, M.; TASTALDI, H. **Técnicas e experimentos de bioquímica**. Guanabara Koogan, 1973.

XU, H.; MU, Y.; ZHANG, Y.; LI, J.; LIANG, M.; ZHENG, K.; WEI, Y. (2016). **Graded levels of fish protein hydrolysate in high plant diets for turbot (*Scophthalmus maximus*): effects on growth performance and lipid accumulation**. Aquaculture, 454: 140-147.

WILSON, R.P. **Amino acids and proteins**. In: HALVER J.E., HARDY R.W. (Eds.), Fish Nutrition. New York: Academic Press, p.143-179. 2002.

ZAMORA-SILLERO, J.; GHARSALLAOUI, A.; PRENTICE, C. (2018). **Peptides from Fish By-product Protein Hydrolysates and Its Functional Properties: an Overview**. *Marine Biotechnology*, 20(2): 118-130.

ZETTL, S.; CREE, D.; SOLEIMANI, M.; TABIL, L. (2019). **Mechanical properties of aquaculture feed pellets using plant-based proteins**. *Cogent Food & Agriculture*, 5(1): 1656917.

ZHENG, K.; LIANG, M.; YAO, H.; WANG, J.; CHANG, Q. (2013). **Effect of size-fractionated fish protein hydrolysate on growth and feed utilization of turbot (*Scophthalmus maximus* L.)**. *Aquaculture Research*, 44: 895-902.

CAPÍTULO 17

ESTUDO DE CASO COM ESTATÍSTICA NÃO PARAMÉTRICA NO AGRESTE PERNAMBUCANO/ BRASIL: VALORES EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO E PRODUÇÃO DE LEITE

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 05/08/2020

Moacyr Cunha Filho

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Recife - PE
<https://orcid.org/0000-0002-3466-8143>

Andréa Renilda Silva Soares

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Recife - PE
<https://orcid.org/0000-0002-6167-9374>

Daniel de Souza Santos

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Recife - PE
<https://orcid.org/0000-0003-1550-9398>

Danielly Roberta da Silva

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Recife - PE
<https://orcid.org/0000-0003-3322-2411>

Luany Emanuella Araujo Marciano

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Recife - PE
<https://orcid.org/0000-0001-8192-2549>

Izaquiel de Queiroz Ferreira

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Recife - Pernambuco
<https://orcid.org/0000-0001-5358-2014>

Catiane da Silva Barros Ferreira

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Recife - Pernambuco
<https://orcid.org/0000-0001-7432-8947>

José Antonio Aleixo da Silva

Recife - PE
<https://orcid.org/0000-0003-0675-3524>

Rômulo Simões Cezar Menezes

Universidade Federal de Pernambuco
Recife - PE
<https://orcid.org/0000-0001-8749-366X>

Ana Patrícia Siqueira Tavares Falcão

Instituto Federal de Pernambuco
Recife - PE
<http://lattes.cnpq.br/7408055813732416>

Giselly de Oliveira Silva

Universidade Federal de Pernambuco
Recife - PE
<http://lattes.cnpq.br/1609461899773680>

Ana Luíza Xavier Cunha

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Recife - PE
<https://orcid.org/0000-0002-3678-4340>

RESUMO: O Estado de Pernambuco apresenta em sua maior extensão com clima semiárido, que engloba as Mesoregiões do Sertão e Agreste e se caracteriza por secas prolongadas, altas temperaturas e baixos índices pluviométricos. Sua economia é baseada em cultivos de feijão, milho e uma pecuária de corte, além de conter uma das maiores bacias leiteiras do estado. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a severidade da seca e enchentes através da variabilidade estatística. A área estudada foi à Região do Agreste Meridional e as coletas dos dados compreenderam o período de 2010 a 2018

sobre a produção leiteira e a precipitação pluviométrica. Foi verificado que não havia normalidade utilizando-se a correlação de Spearman. Os dados foram submetidos ao software estatístico “R” a 5% de probabilidade ($P < 0,05$). No período estudado, houve picos de chuvas em 2010, 2011 e 2017, os quais apresentaram maior número de meses com precipitações elevadas com meses superando os 500 mm. Em contrapartida, a seca na região é um fenômeno recorrente regido pelas condições climáticas e sem interferência do homem. Os anos de 2012, 2014 e 2016 foram os que apresentaram maiores número de meses com precipitações inferiores a 300 mm. Correlacionando a produção de leite com a precipitação, houve mais correlação negativa entre os postos avaliados. Conclui-se que associado à tecnologia e conhecimento pode-se obter uma produção satisfatória de leite na região do Agreste.

PALAVRAS-CHAVE: Bacia leiteira, eventos extremos, agreste, precipitação.

CASE STUDY WITH NON-PARAMETRIC STATISTICS IN THE AGRESTE PERNAMBUCANO/BRAZIL: EXTREME VALUES OF PRECIPITATION AND MILK PRODUCTION

ABSTRACT: The State of Pernambuco has, in its greatest extent, a semi-arid climate, which encompasses the Sertão and Agreste Mesoregions and is characterized by prolonged droughts, high temperatures and low rainfall. Its economy is based on the cultivation of beans, corn and beef cattle, in addition to containing one of the largest dairy basins in the state. Thus, the objective of this work was to evaluate the severity of drought and floods through statistical variability. The studied area was in the Southern Agreste Region and the data collections comprised the period from 2010 to 2018 on milk production and rainfall. It was found that there was no normality using Spearman's correlation. The data were submitted to the statistical software “R” at 5% probability ($P < 0.05$). During the studied period, there were peaks of rain in 2010, 2011 and 2017, which presented a greater number of months with high rainfall with months exceeding 500 mm. On the other hand, drought in the region is a recurring phenomenon governed by climatic conditions and without human interference. The years 2012, 2014 and 2016 were the ones with the greatest number of months with rainfall below 300 mm. Correlating milk production with precipitation, there was more negative correlation between the stations evaluated. It is concluded that associated with technology and knowledge, a satisfactory milk production can be obtained in the Agreste region.

KEYWORDS: Dairy basin, extreme events, agreste region, precipitation.

1 | INTRODUÇÃO

A região Nordeste no Brasil é marcada pela sazonalidade climática, com chuvas concentradas em períodos curtos de tempo e temperaturas elevadas ao longo do ano todo, ocasionando rápida perda de água para atmosfera. A variabilidade interanual da pluviometria, associada aos baixos valores totais anuais pluviométricos sobre a região Nordeste do Brasil, é um dos principais fatores para a ocorrência dos

eventos de “secas”.

O Estado de Pernambuco apresenta uma variação interanual dos recursos hídricos, além de secas e enchentes frequentes (ALMEIDA et al., 2020). Andrade et al. (2018), consideram seca como sendo um evento que apresenta um longo período sem chuva e consequências drásticas, tais como morte de animais e ameaça a sobrevivência de famílias através da sede e da fome, além de elevar o custo do abastecimento urbano e na geração de energia elétrica.

Conforme a classificação climática proposta por Thornthwaite, o Estado de Pernambuco se apresenta em sua maior extensão com clima semiárido e uma menor extensão com clima úmido e subúmido. O Estado possui 70% do seu território localizado no Semiárido nordestino, no “Polígono das Secas” (BRITO et al., 2007).

A área que apresenta o clima semiárido engloba as Mesoregiões do Sertão e Agreste e se caracteriza por longos períodos de secas, chuvas escassas distribuídas em poucos meses do ano, altas temperaturas e baixos índices pluviométricos, entre 500 e 800 mm anuais. A concentração das chuvas na Mesoregião do Agreste é distribuída entre os meses de fevereiro e junho nas proximidades do Sertão, enquanto que nas proximidades da Mata, esta se dá entre março e julho (ASFORA et al., 2017).

A economia da região é bastante diversificada, apresentando cultivo de feijão, milho e uma pecuária de corte, além de ser considerada uma bacia leiteira do estado (XIMENES et al., 2019). Ao decorrer dos anos, os efeitos das variabilidades ocorridas no clima e possivelmente das mudanças climáticas tem proporcionado desastre por todo o planeta em grande escala, através de alterações nos recursos hídricos e na agricultura (PEREIRA et al., 2017).

A precipitação é um dos fatores utilizados para se avaliar a severidade da seca, por ser um dos componentes fundamentais no ciclo hidrológico e ser responsável por abastecer os sistemas hídricos (MARUYAMA et al., 2005). Sua distribuição em escala temporal e espacial é influenciado pela associação dos componentes do ciclo hidrológico com as influências decorridas da natureza e da ação antrópica na localidade (ANDRADE et al., 2018).

Diversos estudos são realizados no Agreste e em outras regiões do estado correlacionando a variação da precipitação com alguns sistemas globais, tais como o El-Niño/Oscilação Sul e a Oscilação Decadal do Pacífico e outros, sendo aplicados Índices Climáticos produzindo dados mais aprimorados (SILVA et al., 2018). Para Silva et al. (2012), o estudo da precipitação em um período de tempo é essencial para se estimar a necessidade de irrigação de culturas e o abastecimento de água doméstico e industrial.

Diante da importância socioeconômica da região do Agreste pernambucano, objetiva-se com esse trabalho avaliar a severidade da seca e das enchentes através

da variabilidade estatística.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

Localizada na mesorregião do Agreste Pernambucano, a Região de Desenvolvimento do Agreste Meridional tem uma área de 10.828 km² sendo formada por 26 municípios, onde segundo o Censo 2010 do IBGE, vive uma população de 641.727 habitantes, sendo 370.818 habitantes na zona urbana e 270.909 habitantes na zona rural. A Figura 1 contempla o mapa com a distribuição dos municípios da região de estudo.

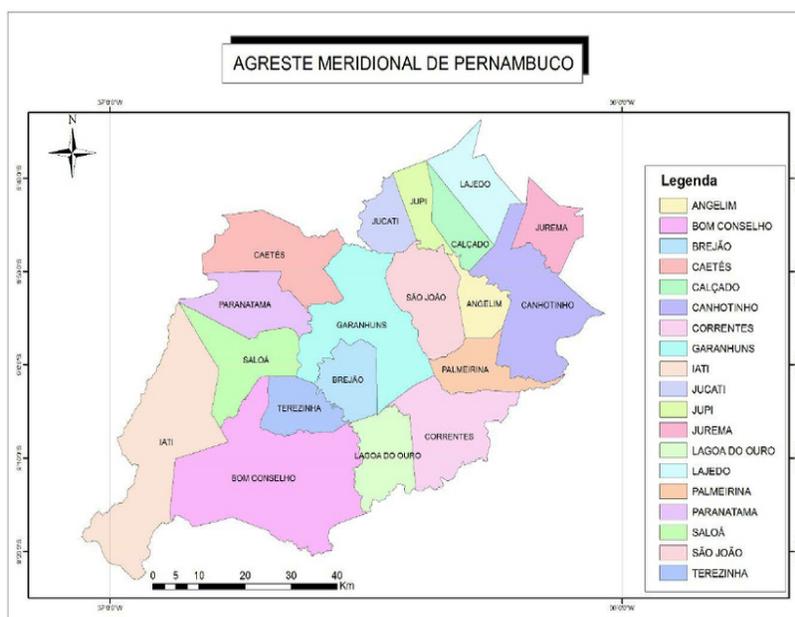


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo.

Fonte: https://www.researchgate.net/figure/Localizacao-dos-municipios-do-Agreste-Meridional-de-Pernambuco-Fonte-Desenvolvidos_fig2_28604226

Em relação ao restante do estado, o relevo e o clima dessa região se destacam, possibilitando além da atividade pecuária, diversidade de cultivos, como a floricultura. Ainda oferece também diversas opções de turismo e atividades econômicas dinâmicas que empregam a mão-de-obra local.

2.2 Coleta dos dados

Os dados referentes a produção de leite dos municípios, localizados no Agreste de Pernambuco, foram extraídos do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) no período de 2010 a 2018. E os dados de precipitação pluviométrica, através do banco de dados disponibilizados pela APAC (Agência Pernambucana de Águas e Clima). Onde foram considerados dados mensais de janeiro de 2010 a junho de 2020, ordenados por mesorregião do agreste pernambucano e os seguintes postos: Angelim, Bom Conselho IPA, Bom Conselho PCD, Brejão IPA, Brejão PCD, Calçados, Canhotinho, Correntes, Caetés, Garanhuns, Garanhuns UAG/UFRPE, Iati, Jucati, Jupi, Jurema, Lagoa do ouro, Lajedo, Palmeirinha, Saloá, São João, Terezinha e foi adicionado o posto Sairé local da Barragem Guilherme Pontes, com rompimento em junho de 2020.

2.3 Análise estatística

Os dados de precipitação pluviométrica foram organizados em software Excel, posteriormente completou-se os dados, com médias simples por período. Para análise de dados realizou o teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Foi verificado que não havia normalidade, caracterizando assim dados não-paramétricos, por isso utilizou-se a correlação de Spearman. Os dados foram submetidos ao software estatístico “R” (Software “R”. 2019) a 5% de probabilidade ($P < 0,05$).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a série temporal para o período de janeiro de 2010 a junho de 2020 nas cidades do Agreste pernambucano, verificou-se que o comportamento da precipitação é dividido em dois momentos, período chuvoso e período de seca. A expressividade maior de chuvas concentra-se nos meses de março a julho e os demais meses do ano são caracterizados como meses de seca, visto que o índice de chuvas é muito baixo ou mesmo inexistente. Evidenciando assim, uma distribuição desuniforme de chuvas ao longo do ano.

A Figura 2 apresenta os índices pluviométricos mensais de 19 postos da região do Agreste de Pernambuco. Nele é possível observar que os anos de 2010, 2011 e 2017 foram os que apresentaram maior número de meses com picos de índices pluviométricos elevados, tendo alguns meses atingindo índices superiores a 500 mm mensal. Tendo o ano de 2010 o maior índice dentro do período avaliado ultrapassando os 600 mm mensal. Considerando o período de seca na região, os anos de 2012, 2014 e 2016 foram os que apresentaram maiores número de meses com índices pluviométricos inferiores a 300 mm mensal. No entanto, o ano de 2016 apresentou o maior número de postos com precipitação inferior a 200 mm mensal.

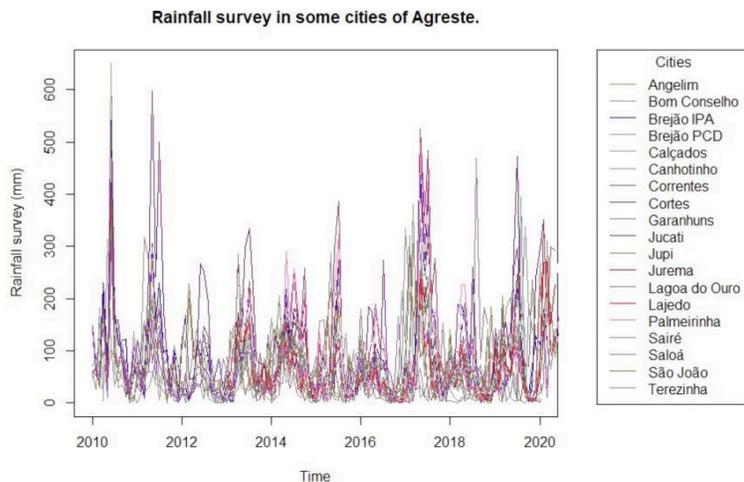


Figura 2. Séries temporais mensais através da precipitação período de seca e chuva das postos Angelim, Bom Conselho, Brejão IPA, Brejão PCD, Caçados, Canhotinho, Correntes, Cortês, Granhuns, Jucati, Jupi, Jurema, Lagoa do Ouro, Lajedo, Palmeirinha, Sairé, Saloá, São João, Terezinha.

Fonte: Própria

É de grande relevância destacarmos que, no dia 15 de junho do ano de 2020 ocorreu o rompimento da barragem Guilherme Pontes, localizada na zona rural do município de Sairé, Agreste Pernambucano. A estrutura da barragem durou cerca de 20 anos e fazia o represamento do Rio Sirinhaém cortando vários lugares da região, com o rompimento, também chegou a atingir o município de Cortês. Esse evento extremo se deu justamente pelo aumento da precipitação maior que o esperado nesse período de maior índice pluviométrico, apresentando chuvas de moderadas a fortes.

Segundo dados obtidos pela APAC (Agência Pernambucana de Água e Clima) o ano de 2020 registrou-se no município de Sairé um volume acumulado de 112 mm no intervalo de dois dias, esse valor era esperado para todo o mês de junho. Sendo essa a principal justificativa para o evento ocorrido no Agreste Pernambucano.

Enchentes ocorridas no período de 2010 e 2011 nas bacias hidrográficas do Agreste e da Mata do Estado tornou despercebido o processo de seca que se instaurava no Sertão. No entanto, mesmo com chuvas má distribuídas no final de 2012 e no primeiro trimestre de 2013, a seca ainda se manteve na região do Agreste (ASFORA et al., 2017). Este fato corrobora com o que afirmam Amador e Coutinho (2013), os quais consideram a seca como sendo um fenômeno recorrente regido pelas condições climáticas e não sofrendo interferência do homem em suas causas ou no seu surgimento cabendo ao mesmo, apenas, minimizar sua situação.

Sabendo que essa situação se repete ao longo de todos os anos já vistos, cabe aos produtores estabelecer um planejamento, para tomadas de decisões com a finalidade de aproveitar o curto período de chuva, através da inserção de tecnologias que viabilizem o armazenamento da água e conseqüentemente a continuidade da sua produção. Além disso, pode-se realizar o cultivo de plantas resistente a seca, como por exemplo, a palma forrageira. Outra estratégia é a conservação de recursos alimentares, como os processos de fenação e ensilagem, que consistem em colher a forragem antes do período seco e armazenar durante o período de seca.

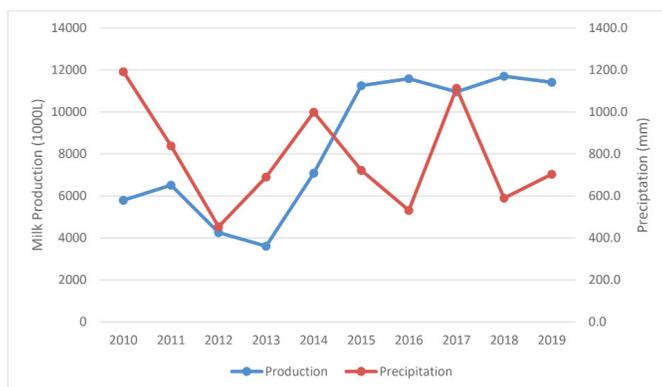


Figura 3. Evolução temporal referente a produção de leite em 1000 L e precipitação pluviométrica em mm no Agreste Pernambucano.

Fonte: Própria.

Analisando a Figura 3 da evolução temporal de produção de leite em 1000 litros e precipitação pluviométrica em milímetros no Agreste Pernambucano, foi possível observar que de 2010 até meados de 2014 essas duas grandezas apresentavam comportamento semelhante, no entanto, nos anos seguintes houve alteração no comportamento dos dados analisados. Mesmo com as alterações permanentes da precipitação, a evolução da produção de leite permaneceu constante. Isso pode ser explicado pela evolução da pecuária leiteira e avanço da tecnologia empregada nesse mercado.

Segundo Reis Filho e Oliveira (2014), a média pluviométrica em 2012 na região Nordeste foi muito abaixo da média histórica, o que gerou grandes prejuízos no setor agropecuário, comprometendo assim a produção de forragem e o desenvolvimento da pecuária leiteira, que depende diretamente da alimentação volumosa.

A bacia leiteira de Pernambuco é considerada a segunda maior dentro do Nordeste, perdendo apenas para a Bahia. A atividade no estado está em sua maior

concentração na região do Agreste, devido a fatores históricos, culturais, climáticos e geográficos (CORREIA, 2012). Julgada como um dos pilares da economia para o estado é sabido que, historicamente, o Agreste Meridional já apresentou produção superior das demais microrregiões, e que sua tendência de crescimento da produção ultimamente conduz a uma representação diferenciada no setor em nível regional.

A correlação de Spearman é considerada como sendo uma estatística que se baseia em postos e exige que as variáveis X e Y sejam medidas pelo menos em escala ordinal e não necessitam de suposições em relação à distribuição conjunta das variáveis (SIEGEL, 1975).

O mesmo substitui a correlação de Pearson, o qual é o mais utilizado, nos casos onde a binormalidade dos dados não ocorre e ainda em situações envolvendo poucos pares de dados. Quando a Correlação de Spearman apresentam valores negativos implica dizer que há uma inversão dos valores dos postos da variável Y em relação à variável X. Quando a mesma se apresenta com valores positivos, pode-se dizer que postos das duas variáveis seguem aproximadamente o mesmo padrão. No entanto, quando se verifica valores próximos de zero sugere-se que não há existência de correlação linear entre as duas variáveis (PONTES, 2000).

Analisando a Tabela 1 de correlação de Spearman, observa-se o maior número de postos apresentaram correlação negativa, onde houve uma inversão entre as variáveis correlacionadas, isto é, houve o aumento da precipitação houve redução da produção leiteira ou vice-versa. No entanto, houve correlação positiva entre as variáveis, no qual houve aumento de uma variável e conseqüentemente o aumento da outra. Entretanto, alguns postos avaliados não apresentaram correlação linear entre as duas variáveis correlacioandas, sendo elas a de Jucati (-0.0061), Palmeirinha (0.0181), Panaratama (-0.0238) e Sairé (-0.357), pois seus valores se aproximaram de zero.

Município	Correlação Spearman	p-valor
Angelim	-0.2848	0.4274
Bom Conselho	0.0909	0.8114
Brejão	-0.1272	0.7329
Caetés	-0.1190	0.793
Calçado	-0.3333	0.3488
Canhotinho	-0.0424	0.9186
Correntes	0.6121	0.06647

Garanhuns	-0.3333	0.3488
Iati	-0.1151	0.7588
Jucati	-0.0061	1
Jupi	0.2606	0.4697
Jurema	-0.2121	0.5599
Lagoa do Ouro	-0.4424	0.2042
Lajedo	0.0424	0.9186
Palmeirinha	0.0181	0.9728
Paranatama	-0.0238	0.9768
Sairé	-0.0357	0.9635
Saloá	0.1757	0.632
São João	0.1878	0.1878788
Terezinha	0.0666	0.8648

Tabela 1. Correlações entre a precipitação pluviométrica e produção leiteira no Agreste pernambucano no período de 2010-2019. Legenda: Coeficiente de correlação de Spearman da precipitação com a produção de leite dos municípios. c= correlação; p-valor= valor de p.

Fonte: Própria.

Os valores do p-valor gerados referem-se ao teste de Correlação Linear de Pearson aplicado aos postos dos dados, o qual tem o objetivo de afirmar se as duas variáveis são ou não correlacionadas do ponto de vista estatístico. Consideram-se os valores de p-valor inferiores a 0,05 afirmam que a correlação entre as variáveis trabalhadas é significativa (PONTES, 2000).

Essas correlações podem ser justificadas pelas características físico-naturais diferenciadas da região do Agreste, os quais são gerados pela variabilidade climática podendo acarretar em problemáticas, como as secas e chuvas intensas, promovendo em impactos na agricultura, nos recursos hídricos, na saúde e sobre o meio ambiente (SOUZA, 2011).

4 | CONCLUSÃO

O Agreste pernambucano por apresentar uma das maiores e mais importantes bacias leiteiras da região Nordeste se faz necessário o conhecimento dos fenômenos naturais que regulam o clima na região. Com isso, nas cidades do Agreste foi observado que as chuvas em sua maior expressão ocorrem entre os

meses de março e julho e nos demais meses do ano são caracterizados com seca, com chuvas de baixo índice ou inexistente.

Nos anos de 2010, 2011 e 2017 foram os que apresentaram maiores números de meses com picos de índices pluviométricos elevados, tendo alguns meses atingindo índices superiores a 500 mm mensal. Tendo o ano de 2010 o maior índice dentro do período avaliado ultrapassando os 600 mm mensal. Em relação ao período de seca, os anos de 2012, 2014 e 2016 foram os que apresentaram maiores número de meses com índices pluviométricos inferiores a 300 mm mensal. No entanto, o ano de 2016 apresentou o maior número de postos com precipitação inferior a 200 mm mensal.

A seca é um fenômeno recorrente na região e induz aos produtores que realizem um planejamento para tomadas de decisões visando aproveitar o curto período chuvoso aplicando a tecnologia e conhecimento para uma produção contínua.

Correlacionando a produção de leite no Agreste com os índices pluviométricos no período avaliado, observa-se que entre 2010 e meados de 2014 essas duas grandezas apresentavam comportamento semelhante, no entanto, nos anos seguintes houve alteração no comportamento dos dados analisados. Mesmo com as alterações permanentes da precipitação, a evolução da produção de leite permaneceu constante. Isso pode ser explicado pela evolução da pecuária leiteira e avanço da tecnologia empregada nesse mercado.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G. G. L. de; PAIVA, A. L. R. de; OLIVEIRA, L. M. M. de; LEONARDO, H. R. de A. L. **Análise de Índices Climáticos para Avaliação do Efeito de Mudanças Climáticas**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 13, n. 01, p. 01 – 17, 2020.

ANDRADE, A. R. S.; GODOY NETO, A. H.; CRUZ, A. F. Da S.; ANDRADE, E. K. P.; SANTOS, V. F. dos.; SILVA, T. N. P. **Geostatística Aplicada à Variabilidade Espacial e Padrões nas Séries Temporais da Precipitação no Agreste Pernambucano**. Journal of Environmental Analysis and Progress, v. 03, n. 01, p. 126- 145, 2018.

ASFORA, M. C.; LIMA, M., LACERDA, M. R. de S. **Diagnóstico da Seca 2011 – 2016 em Pernambuco: impactos e políticas de mitigação**. Parc. Estrat., Brasília, DF, v. 22, n. 44, p. 247 – 274, 2017.

BRITO, LT de L.; DE MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. **Potencialidades da água de chuva no Semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007.

CORREIA, E. **Bloqueios e possibilidades para o surgimento de espaços inovativos periféricos: o caso do setor leiteiro na região de Garanhuns/Pernambuco**. Recife: UFPE, 2012.

REIS FILHO, R. J. C. dos; OLIVEIRA, F. Z. **Opções de produção de alimentos para a pecuária de Pernambuco-Uso das áreas irrigadas.** 2014.

JALE, J. S.; XAVIER, S. F. A.; STOSIC, T.; STOSIC, B.; FERREIRA, T. A. E. **Application of Markov chain on daily rainfall data in Paraíba-Brazil from 1995-2015.** Acta Scientiarum. Technology, Maringá, PR, Brasil, v. 41, p.1 - 10, 2018.

MARUYAMA, T.; KAWACHI, T.; SINGH, V. P. **Entropy-based assessment and clustering of potential water resources availability.** Journal of Hydrology, Amsterdam, NL, Holland, v.309, n. 1 – 4, p.104-113, 2005.

PEREIRA, M. L. T.; SOARES, M. P. A.; SILVA, E. A.; MONTENEGRO, A. A. de A.; SOUZA, W. M. de. **Variabilidade climática no Agreste de Pernambuco e os desastres decorrentes dos extremos climáticos.** Journal of Environmental Analyses and Progress, v. 2, n. 4, p. 394 – 402, 2017.

PONTES, A. C. F. **Obtenção dos níveis de significância para os testes de Kruskal-Wallis, Friedman e comparações múltiplas não-paramétricas.** Piracicaba, 2000. 140p. Dissertação (M.S.) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

R Core Team (2020). **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.

SIEGEL, S. **Estatística Não-paramétrica para as Ciências do Comportamento.** São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

SILVA, G. B. da; SOUZA, W. M. de; AZEVEDO, P. V. de. **Cenários de Mudanças Climáticas no Estado da Bahia através de Estudos Numéricos e Estatísticos.** Revista Brasileira de Geografia Física, v. 5, n. 5, p. 1019 – 1034, 2012.

SILVA, S. de A.; CANDEIAS, A. L. B.; GOMES, D. D. M.; SOUZA, W. M. de. **Variabilidade Espacial-Temporal da Precipitação na Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú (PE/AL).** Revista Brasileira de Climatologia, v. 23, ano.14, p. 453 – 475, 2018.

Software Estatístico “R”. Versão 3.0.1. Teste Kruskal-Wallis (Anova não paramétrica de um fator), 2019.

SOUZA, W. M. **Impactos socioeconômicos e ambientais dos desastres associados às chuvas na cidade do Recife-PE.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. 121 f., Campina Grande-PB, 2011.

XIMENES, P. S. M. P.; SILVA, S. A. S.; STOSIC, T.; AMORIM, J. F.; MENEZES, R. S. C. **Análise da Severidade da Seca no Agreste Pernambucano Utilizando Índice de Precipitação Padronizado.** Sigmæ, Alfenas, v. 8, n. 2, p. 331 – 339, 2019.

CAPÍTULO 18

ANÁLISE E DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURA EM MADEIRA *Manilkara spp*

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 07/07/2020

Ada Lorena de Lemos Bandeira

Centro Universitário da Amazônia - UNAMA
Santarém – PA
<http://lattes.cnpq.br/7025952306350502>

Leandro Freire Ficagna

Centro Universitário Amazônia - UNAMA
Santarém – PA
<http://lattes.cnpq.br/986234227611211>

Claudio Dornelis de Freitas Cardoso

Universidade Luterana do Brasil
Santarém – PA
<http://lattes.cnpq.br/0473879230194788>

RESUMO: O presente teve como objetivo realizar uma análise de dimensionamento de garagem em estrutura de madeira. A espécie de madeira utilizada foi Maçaranduba (*Manilkara spp*) e realizou-se medição *in loco*. Os cálculos de áreas de influência e esforços foram realizados no programa FTOOL, para as análises de propriedades físicas utilizou-se o programa JWOOD, seguindo os parâmetros da NBR 7190 (Projeto de estruturas de madeira). Os resultados obtidos pelos software citados foram satisfatórios e a estrutura reagiu aos esforços conforme esperado.

PALAVRAS - CHAVE: Cobertura, maçaranduba, Jwood, Ftool.

ANALYSIS AND SIZING OF WOOD STRUCTURE *Manilkara spp*

ABSTRACT: The objective of the present was to carry out an analysis of the design of a garage in a wooden structure. The wood species used was Maçaranduba (*Manilkara spp*) and measurement was carried out *in loco*. The calculations of areas of influence and efforts were carried out in the FTOOL program, for the analysis of physical properties the JWOOD program was used, following the parameters of NBR 7190 (Design of wooden structures). The results obtained by the mentioned software were satisfactory and the structure reacted to the efforts as expected.

KEYWORDS: Roof, Maçaranduba, Jwood, Ftool.

1 | INTRODUÇÃO

O dimensionamento ou cálculo estrutural de projetos, tanto em madeira como em outros materiais, é importante pois garante a segurança, economia, sustentabilidade, e adequa a construção para o ambiente onde será erguida. A falta de manutenção, projeto e construção feitos de forma errônea são as principais causas da instabilidade da estrutura.

Jorge Branco (2013) relata que “a madeira é um material estrutural esteticamente agradável que permite desenvolver soluções criativas, inovadoras, robustas e de alta qualidade em resposta a numerosos desafios arquitetônicos e estruturais”.

Segundo os requisitos básicos de segurança previstos no item 4.1.1 da NBR

7190 de 1997 que menciona que toda estrutura deve ser projetada e construída para suportar todas as influencias e ações durante sua utilização e manutenção atingindo o grau de confiabilidade e obedecendo ao custo da construção, seu prazo e seu objetivo de uso. Sendo observado algum estado limite último como a perda de equilíbrio, ruptura ou deformação, transformação e instabilidade é necessário parar totalmente ou parcialmente a construção.

O presente estudo teve como objetivo avaliar o dimensionamento de uma garagem construída em madeira Maçaranduba na cidade de Santarém no Pará de modo a determinar a sua estabilidade global. Segundo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) a Maçaranduba utilizada no projeto pertence ao grupo de espécies *Manilkara* que apresentam madeiras pesadas, duras.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Reconstituição da modelagem da estrutura

Para a construção da estrutura projetada utilizou-se a madeira Maçaranduba (*Manilkara spp*), espécie de ocorrência nos estados do Acre, Pará, Amapá, Rondônia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e também em outros países bem como na América Central, Peru e Colômbia (IPT, 2019). A medição para as análises foram feitas in loco, na cidade de Santarém no Pará.

2.2 Caracterização do material

A caracterização da madeira Maçaranduba, elaborada com base nos coeficientes de modificação descritos no item 4.4.4 da NBR 7190 de 2010 e os resultados foram calculados pelo software JWOOD. Considerou-se para k_{mod1} (Tabela 4 da NBR 7190 de 2012) a classe de carregamento e o tipo de material, o k_{mod2} (Tabela 5 da NBR 7190 de 2012) leva em conta a classe de umidade e o k_{mod3} (Tabela 7 da NBR 7190 de 2012) leva em consideração a classificação visual.

2.3 Análises

As análises de tração, compressão, flexão e flexocompressão da madeira Maçaranduba foram feitas nos softwares JWOOD. Para a observação dos esforços adicionais da cobertura, para a visualização de deslocamento, análise de estrutura global e momentos utilizou-se o software FTOOL.

3 | RESULTADOS

Os dados referentes às propriedades da madeira de espécie *Manilkara spp*. estão apresentados na Tabela 1.

Tipo de Madeira	Folhosa
Nome Científico	<i>Manilkara spp</i>
Nome Comum	Maçaranduba
Densidade (u=12%)	1143 Kg/m ³
Peso Específico	11,43 KN/m ³
Classe de Resistência das Folhosas	D60
Classe de Carregamento e Valor de Kmod1	Permanente = 0,60
Classe de Umidade e Valor de Kmod2	Classe (1) = 1,00
Tipo de Classificação e Valor de Kmod3	Apenas Visual, S2= 0,80
Coefficiente de Modificação Kmod	0,480
Coefficiente BC (característica da peça)	0,2

Tabela 1. Propriedades da madeira *Manilkara spp*.

As características geométricas e resistências aos esforços a tração, compressão e flexão da empena 02 (base = 5 cm; altura = 10 cm; comprimento = 200 cm) estão apresentados na Tabela 2 e 3, respectivamente.

Variáveis	Unidades	Resultados
Esbeltez X (λ_x)		69.28
Esbeltez Y (λ_y)		138.56
Inércia X (I_x)	cm ⁴	416.67
Inércia Y (I_y)	cm ⁴	104.17
Módulo de Resistência X (W_x)	cm ³	83.33
Módulo de Resistência Y (W_y)	cm ³	41.67

Tabela 2. Características geométricas da empena 02.

Variáveis	Unidades	Resultados
Resistência á Tração (NT_{td})	KN	80.00
Resistência á Compressão (NC_{gd})	KN	14.012
Flambagem Lateral		40.00 <= 65.03
Segurança á Flexão Obliqua		0.28 < 1
Tensões Cisalhantes		0.02 <= 0.31
Flexa Limite		0.342cm < 0.667cm

Tabela 3. Resistência a tração, compressão e verificações a flexão da empena 02.

As características geométricas e resistências aos esforços a tração, compressão e flexão da linha 04 (base= 10 cm; altura= 15 cm; comprimento= 345

cm) estão apresentados na Tabela 4 e 5, respectivamente.

Variáveis	Unidades	Resultados
Esbeltez X (λ_x)		79.67
Esbeltez Y (λ_y)		119.51
Inércia X (I_x)	cm^4	2812.50
Inércia Y (I_y)	cm^4	1250.00
Módulo de Resistência X (W_x)	cm^3	375.00
Módulo de Resistência Y (W_y)	cm^3	250.00

Tabela 4. Características geométricas da Linha 04.

Variáveis	Unidades	Resultados
Resistência á Tração ($NT_{,d}$)	KN	240.00
Resistência á Compressão ($NC_{,d}$)	KN	55.710
Flambagem Lateral		34.50 \leq 79.79
Segurança á Flexão Obliqua		0.05 $<$ 1
Tensões Cisalhantes		0.00 \leq 0.31
Flexa Limite		0.096 cm $<$ 1.150 cm

Tabela 5. Resistência a tração, compressão e verificações a flexão da Linha 04.

As características geométricas e resistência ao esforço a compressão do Pilar 01 e 02 (base= 20 cm; largura= 20 cm; altura= 258 cm) estão apresentados na Tabela 6.

Variáveis	Unidades	Resultados
Esbeltez X = Y ($\lambda_x = \lambda_y$)		44.69
Inércia X = Y ($I_x = I_y$)	cm^4	13333.33
Módulo de Resistência X = Y ($W_x = W_y$)	cm^3	1333.33
Resistência á Compressão ($NC_{,d}$)	KN	658.439

Tabela 6. Características geométricas e resistência à compressão do pilar 01 e 02.

A análise de deformação das cargas permanentes e peso próprio no pórtico estão apresentados na Figura 1.

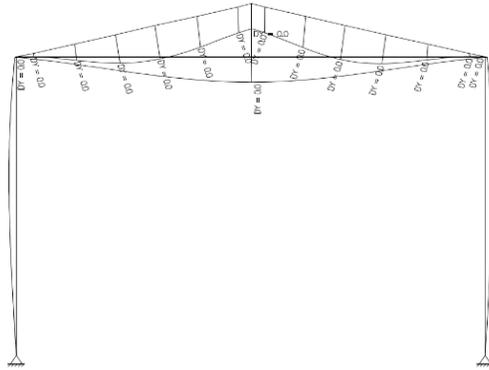


Figura 1. Deformada em y.

Fonte: Ftool

4 I DISCUSSÃO

A estrutura em análise possui classe de carregamento permanente e madeira *manilkara spp.* no tipo serrada (Tabela 4 - NBR 7190/2012) de valor k_{mod1} igual a 0,60 e, se enquadra na classe D60 de resistência das folhosas (Tabela 3 - NBR 7190/2012). Para definição do coeficiente parcial de modificação k_{mod2} (Tabela 5 – NBR 7190/2012) leva-se em consideração a classe de umidade e o tipo de material empregado, diante destas condições adota-se o valor de 1. Para avaliar a qualidade da madeira utilizada foi necessária a classificação das peças estruturais pelo método visual conforme a norma no item 4.4.4.3, em análise o emprego de madeira de segunda categoria e especifica o k_{mod3} de classe S2 igual a 0,80 (Tabela 8 – NBR 7190/2012). Com base nos coeficientes de modificação parcial (k_{mod1} , k_{mod2} e k_{mod3}) estabelece o coeficiente de modificação (k_{mod}) através do produto destes coeficientes.

Em termos de carga na estrutura, determinou-se os esforços da cobertura nas ripas e com o auxílio do software Jwood definiu-se as características geométricas e as resistências a tração, compressão e verificações a flexões de acordo com cada peça. As peças estruturais analisadas, empena e linha, apresentaram resultados satisfatórios a esbeltez quanto às dimensões geométricas e trabalhando a favor do conceito de rigidez estrutural através da inércia. As resistências à compressão e a tração das peças apresentaram-se superior aos esforços solicitados na estrutura, e satisfatório nas verificações de flambagem lateral e flexa limite, pode-se atribuir boa resistência a vencer vãos e não existindo deformidade em y excessiva.

Os pilares de análise do pórtico estático possuem mesmas características, apresentando resultado satisfatório quanto ao índice de esbeltez e inércia em x igual em y, aumentando à rigidez da peça a torção que é propício à estabilidade

estrutural, e apresenta-se com resistência a compressão superior aos carregamentos solicitados.

5 | CONCLUSÕES

Com a realização desse projeto pode concluir-se que a estrutura projetada apresentou estabilidade quanto aos esforços solicitantes. As peças da madeira da espécie *Manilkara spp.* utilizadas apresentavam bom estado de conservação com base na análise visual, e resultados satisfatórios nas análises de esbeltez da peça e nas verificações de flexão.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira.** Rio de Janeiro; 1997.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira.** Rio de Janeiro; 2012.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). **Informações sobre madeira: Maçaranduba.** São Paulo: 2019. Disponível em: http://www.ipt.br/informacoes_madeiras/4.htm.

LOURENÇO, P. B.; BRANCO, J. M.; CRUZ, H.; NUNES, L. **Casas de madeira: da tradição aos novos desafios.** Eds. Portugal: Universidade do Minho; 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/23748>.

PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA JOVEM DE EUCALYPTUS PELLITA

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 19/07/2020

Filipe Luigi Dantas Lima Santos

Universidade Federal da Bahia
Salvador – BA

<http://lattes.cnpq.br/3147985867999500>

Rita Dione Araújo Cunha

Universidade Federal da Bahia
Salvador – BA

<http://lattes.cnpq.br/3815913967157609>

Sandro Fábio César

Universidade Federal da Bahia
Salvador – BA

<http://lattes.cnpq.br/8407361148875253>

RESUMO: O conhecimento das propriedades físicas da madeira é decisivo para a destinação correta do material. Dentre as características físicas da madeira, as mais utilizadas são: a densidade básica, densidade aparente e estabilidade dimensional. Diante da diversidade de espécies do gênero *Eucalyptus spp.* ainda pouco conhecidas. Deste modo, o presente estudo teve como objetivo apresentar as propriedades físicas da madeira da espécie de *Eucalyptus pellita*, e ao mesmo tempo comparar com espécies mais conhecidas de eucalipto, visando difundir o conhecimento para uso comercial. Para isso, foram ensaiadas 33 amostras segundo método proposto na NBR 7190 (ABNT, 1997) e comparados com levantamento bibliográfico sobre outras espécies

do mesmo gênero. Concluiu-se que a madeira de *Eucalyptus pellita* é considerada adequada para uso na construção civil em relação às suas variações dimensionais.

PALAVRAS-CHAVE: Propriedades físicas, retratibilidade, defeitos.

PHYSICAL PROPERTIES OF YOUNG EUCALYPTUS PELLITA TIMBER

ABSTRACT: The knowledge of the physical properties of the wood is decisive for the correct destination of the material. Among the physical characteristics of wood, the most used are: basic density, apparent density and dimensional stability. In view of the diversity of species of the genus *Eucalyptus spp.* still little known. In this way, the present study aimed to present the physical properties of the wood of the species of *Eucalyptus pellita*, and at the same time to compare it with better known species of eucalyptus, aiming to spread the knowledge for commercial use. For this, 33 samples were tested according to the method proposed in NBR 7190 (ABNT, 1997) and compared with a bibliographic survey on other species of the same genus. It was concluded that *Eucalyptus pellita* wood is considered suitable for use in civil construction in relation to its dimensional variations.

KEYWORDS: Physical properties, shrinkage, wood defects.

1 | INTRODUÇÃO

As propriedades físicas da madeira se referem a características relacionadas à

umidade, à densidade, à estabilidade dimensional e às propriedades térmicas, acústicas e elétricas. Kollman e Côté (1968), afirmam que a madeira é um material anisotrópico e que suas características físicas ocorrem de acordo com a diferença entre a estrutura da madeira e a presença de extrativos.

A árvore de eucalipto é classificada botanicamente no grupo das angiospermas dicotiledôneas (ABNT, 1997), conhecidas como folhosas, que são árvores com estrutura de madeira mais complexa tanto na quantidade de células, quanto na grande variabilidade dos tipos de células presentes no tronco (FOREST PRODUCTS LABORATORY, 2010).

Bremer (2009), destaca a importância de conhecer corretamente as propriedades físicas da madeira, pois elas podem determinar o desempenho mecânico e de durabilidade do material. Dentre as características físicas da madeira, as mais utilizadas são: a densidade básica, densidade aparente e estabilidade dimensional.

Devido à capacidade de absorver água, a madeira se contrai e se expande diante das variações de umidade do ambiente. Essa água é acumulada na parede fibrosa do lenho sendo responsável pelas variações de dimensões da peça (PFEIL e PFEIL, 2012). A variação dimensional também é o maior responsável pelo surgimento de defeitos da madeira durante a secagem, como empenamentos, arqueamentos, tortuosidades e rachaduras. Mais importante que conhecer a variação volumétrica da madeira, é conhecer a variação dimensional em cada sentido em relação às fibras: tangencial, radial e longitudinal (OLIVEIRA et al., 2010).

Atualmente, as madeiras do gênero *Pinus spp.* e *Eucalyptus spp.* são as mais utilizadas para uso comercial, sendo as espécies de eucalipto mais empregadas nos setores de papelaria, serraria, construção civil e produção carvão vegetal (IBÁ, 2019), em especial, produzidas em florestas de madeira jovem (entre 5 e 10 anos de idade). Diante da diversidade de espécies de *Eucalyptus spp.* ainda pouco conhecidas, esse artigo objetiva apresentar as propriedades físicas da espécie de *Eucalyptus pellita*, com ênfase na densidade e estabilidade dimensional, ao mesmo tempo que comparar com espécies mais conhecidas, visando difundir o conhecimento de espécies de *Eucalyptus spp.* para uso comercial na construção civil.

2 I MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Material e produção dos corpos de prova

Para esta pesquisa foram selecionadas 16 árvores com 10 anos de idade, originadas de plantação no município de Araçás, no litoral norte do estado da Bahia. De cada árvore foi retirado uma tora com 3,0 metros de comprimento das quais

possuíam diâmetro de altura do peito (DAP) entre 12 cm e 16 cm.

Foram retirados aleatoriamente 33 corpos de prova com dimensão de 2,0 cm x 3,0 cm x 5,0 cm em três pontos distintos: da base, altura do DAP e topo. Cada corpo de prova foi retirado das regiões de cerne, alburno ou na transição entre cerne e alburno, como demonstrado na Figura 1.

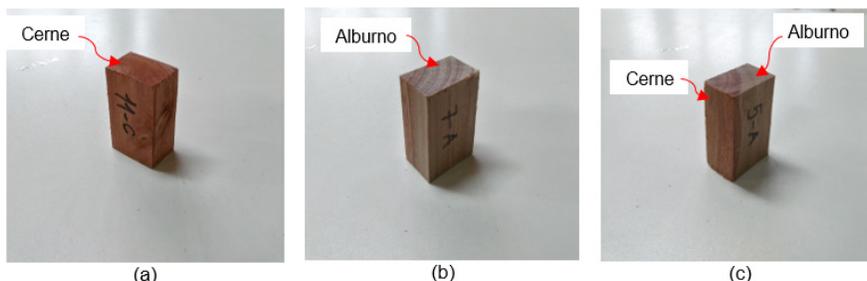


Figura 1. Corpos de prova para ensaio de densidade e estabilidade dimensional.

Fonte: autores.

2.2 Método do ensaio

O experimento foi realizado segundo procedimentos previstos na NBR 7190 (ABNT, 1997), segundo os itens: B.6.4 para determinação da densidade do lote; B.7.4 para determinação do grau de estabilidade dimensional da madeira. A densidade básica (ρ_{bas}) foi determinada segundo a Equação [1].

$$\rho_{bas} = \frac{m_s}{V_{sat}} \quad [1]$$

Onde ρ_{bas} é a densidade básica, expressa em g/m^3 , V_{sat} é a massa seca, em gramas, e V é o volume saturado, em centímetros.

Para a determinação da estabilidade dimensional da peça, foram utilizadas as equações presentes no item B.7.2 da NBR 7190 (ABNT, 1997). Assim, foram determinados os coeficientes de retração na secagem de acordo a direção das fibras. Os valores de retração na direção longitudinal ($\epsilon_{r,l}$), retração na direção radial ($\epsilon_{r,r}$), retração na direção tangencial ($\epsilon_{r,t}$) foram determinados pela Equação [2], Equação [3] e Equação [4].

$$\epsilon_{r,l} = \frac{L_{l,sat} - L_{l,seco}}{L_{l,sat}} \quad [2]$$

$$\epsilon_{r,t} = \frac{L_{t,sat} - L_{t,seco}}{L_{t,sat}} \quad [3]$$

$$\epsilon_{r,r} = \frac{L_{r,sat} - L_{r,seco}}{L_{r,sat}} \quad [4]$$

Tendo em vista que as deformações no sentido longitudinal costumam ser pequenas, destacam-se as deformações da madeira nos sentidos radial e tangencial, para isso, o coeficiente de anisotropia é utilizado como a relação entre essas duas variáveis. O coeficiente de anisotropia (CA) é definido pela equação [5], apresentada por Galvão e Jankowsky (1985).

$$CA = \frac{\epsilon_{r,t}}{\epsilon_{r,r}} \quad [5]$$

Para verificar a diferença de propriedades físicas de acordo com a posição foi feita a análise de variância (ANOVA) combinada com o teste Tukey. A normalidade dos dados foi confirmada pelo teste Shapiro-Wilk.

3 | RESULTADOS

A Tabela 1 mostra os dados de densidade básica (ρ_{bas}), densidade aparente (ρ_{ap}), índice de retração longitudinal ($\epsilon_{r,l}$), radial ($\epsilon_{r,r}$) e transversal ($\epsilon_{r,t}$) em relação às fibras e coeficiente de anisotropia (CA) para a espécie de *Eucalyptus pellita* jovem estudado nessa pesquisa.

Posição	N	ρ_{bas} (kg/m ³)	ρ_{ap} (kg/m ³)	$\epsilon_{r,l}$ (%)	$\epsilon_{r,r}$ (%)	$\epsilon_{r,t}$ (%)	CA
Cerne	16	730 a (6,1)	866 a (6,9)	0,18 a (82,2)	6,36 a (14,6)	6,55 a (12,6)	0,98 a (13,2)
Transição cerne/alburno	4	695 ab (5,1)	826 ab (6,4)	0,24 a (71,8)	6,08 ab (13,8)	5,85 a (23,9)	1,07 a (17,2)
Alburno	13	618 b (16,5)	716 b (17,5)	0,24 a (79,0)	5,40 b (15,2)	3,71 b (37,2)	1,61 b (30,7)
Lote	33	682 (12,9)	802 (14,2)	0,21 (78,5)	5,95 (16,2)	5,35 (32,8)	1,24 (35,7)

Tabela 1. Dados de densidade básica, densidade aparente e índices de estabilidade dimensional da madeira de *Eucalyptus pellita*. Entre parêntesis encontram-se os valores do coeficiente de variância (CV), em %. N é o número de amostra do grupo. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Autores.

O lote ensaiado teve densidade básica média (ρ_{bas}) de 682 kg/m³, valor acima dos encontrados por outros pesquisadores tais como os 558 kg/m³ encontrados por Oliveira et al. (2010), dos 594 kg/m³ obtidos por Silva (2018) e dos 564 kg/m³ do estudo de Poubel et al. (2011). Bailleres e Hopewell (2008) discutem que a presença de lenho juvenil reduz consideravelmente a densidade básica da madeira

nos primeiros anos de vida. Segundo os mesmos autores, a densidade básica tende a estabilizar nas madeiras em torno dos 25 anos de idade.

Como esperado, foi identificado que a densidade básica no cerne é maior que no alburno (em torno de 18%), enquanto na transição entre cerne e alburno, a densidade não foi considerada estatisticamente diferente quando comparada com as partes de madeira predominante de cerne ou alburno. Os valores de densidade básica para esta região se aproximam dos valores de densidade do cerne ou do alburno a depender a espessura da madeira de cerne ou de alburno no corpo de prova. Todavia a amostra ensaiada nesse estudo demonstra que a densidade básica nessa região do tronco apresenta um valor intermediário às regiões adjacentes.

A densidade aparente média (ρ_{ap}) a 12% de umidade medida no lote foi de 802 kg/m³, valor próximo aos 855 kg/m³ encontrados por Garcia et al. (2014), e maior que os 706 kg/m³ encontrado por Nunes et al. (2016) para uma faixa de idade próxima ao do ensaiado nesta pesquisa. De acordo com IPT (2009), a densidade aparente esperada para a madeira adulta (acima de 20 anos de idade) de *Eucalyptus pellita* é de 955 kg/m³, no entanto, a presença considerável de madeira juvenil da madeira estudada nesta pesquisa e na literatura referenciada justifica valores inferiores ao esperado para da madeira adulta.

A retração longitudinal admissível da madeira varia entre 0,1% e 0,9%, sendo possível alcançar 2% para madeira juvenil (FOREST PRODUCT LABORATORY, 2010). Logo, a retração encontrada de 0,21% é considerada dentro do esperado pela literatura (PFEIL e PFEIL, 2012; CALIL JUNIOR; LAHR e DIAS, 2003), devendo salientar que não foi identificada diferença significativa de retração longitudinal para as diferentes posições no tronco, confirmando a estabilidade da madeira neste sentido em relação às fibras. As medidas encontraram-se na faixa de 0,02% a 0,45% para todos os corpos de prova, dentro do esperado para a madeira (menor que 0,9%).

Em relação às deformações no sentido radial e tangencial foram encontradas diferenças estatísticas que mostram que o cerne teve maior contração que o alburno nestes dois sentidos. Oliveira et al. (2010) encontrou comportamento similar em madeiras de *E. paniculata* e *E. pilularis* com 10 anos de idade. A partir dos resultados encontrados neste trabalho e os presentes em Oliveira et al. (2010), deve-se atentar para a necessidade de secagem adequada da madeira dessas espécies para uso na serraria.

Os resultados mostram que a contração dos sentidos radial e tangencial foram próximas tanto no cerne quanto no alburno. Essa característica sinaliza que a espécie tenha melhor estabilidade dimensional e menor propensão a defeitos durante secagem.

Com intenção de analisar as características as propriedades físicas entre

a madeira de *Eucalyptus pellita* e outras espécies do gênero *Eucalyptus spp.* foi produzida a Tabela 2, a partir de dados disponíveis na bibliografia selecionada.

Espécie	ρ_{bas} (g/cm ³)	$\epsilon_{r,r}$ (%)	$\epsilon_{r,t}$ (%)	CA	Fonte
<i>E. pellita</i>	0,57 (11,9)	6,6 (26,4)	9,4 (53,0)	1,24 (35,7)	Autor (2020)
<i>E. saligna</i>	0,46 (13,3)	5,0 (24,9)	9,8 (13,9)	2,06 (19,9)	Batista et al. (2010)
<i>E. grandis</i>	0,46 (10,1)	4,6 (15,0)	9,2 (10,2)	2,05 (13,5)	Batista et al. (2010)
<i>E. dundii</i>	0,61 (12,7)	5,9 (21,0)	14,0 (14,5)	2,38* (-)	Lopes et al. (2011)
<i>E. urophylla</i>	0,58 (16,0)	4,8 (20,8)	8,4 (15,5)	1,74* (-)	Lopes et al. (2011)
<i>E. urophylla</i>	0,45 (-)	4,4 (-)	8,1 (-)	1,9 (-)	Evangelista et al. (2010)
<i>E. Paniculata</i>	-	9,4 (15,6)	15,5 (14,7)	1,7 (20,3)	Oliveira et al. (2010)
<i>E. tereticornis</i>	-	7,3 (17,0)	13,2 (27,5)	1,8 (26,0)	Oliveira et al. (2010)
<i>E. pilularis</i>	-	6,4 (30,1)	12,9 (28,6)	2,2 (43,6)	Oliveira et al. (2010)
<i>C. citriodora</i>	-	7,1 (21,9)	10,0 (14,1)	1,4 (21,0)	Oliveira et al. (2010)
<i>E. cloeziana</i>	-	5,7 (23,1)	9,3 (17,1)	1,7 (19,3)	Oliveira et al. (2010)

Tabela 2. Levantamento da estabilidade dimensional de espécies de eucalipto de madeira jovem (em valores médios), segundo revisão bibliográfica. Entre parênteses encontram-se os valores do coeficiente de variância (CV), em %. *Valores calculado pelo autor a partir da Equação [5].

Fonte: Autores.

Os valores médios de densidade básica mostram que o *Eucalyptus pellita* é uma madeira mais densa que o *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*. Por outro lado, foi registrado uma densidade menor que a madeira de *Eucalyptus dunnii* e *Eucalyptus urophylla*. Dados similares de estabilidade dimensional para a espécie de *E. urophylla* também foram encontrados em Evangelista et al. (2010).

Almeida (2015) afirma que, quanto maior o valor do coeficiente de anisotropia, mais suscetível a madeira estará a defeitos de secagem. Diante disso, o coeficiente de anisotropia da madeira de *Eucalyptus pellita* foi o menor registrado na pesquisa, logo, pode-se indicar pelo estudo que a madeira de *Eucalyptus pellita* apresenta menor probabilidade de defeitos comparada com as demais apresentadas na Tabela 2.

Logsdon, Finger e Penna (2008) afirmam que os valores de coeficiente de anisotropia da madeira devem ser inferiores a 2,10 para uso geral de serraria e laminados, e, acima desse valor, o indicado é o uso para produção de celulose e

carvão vegetal. Os autores também afirmam que valores de CA abaixo de 1,54 são ideais para melhor aproveitamento da peça em construções e indústria de movelaria.

De acordo com os dados levantados, a madeira de *Eucalyptus pellita*, dentre as demais espécies apresentadas na Tabela 2, possui melhores características de estabilidade dimensional para uso em construções industrializadas, como sistema *wood frame*, e para produção de esquadrias, rodapés e móveis.

4 | CONCLUSÃO

Este trabalho consistiu na determinação das propriedades físicas da madeira de *Eucalyptus pellita* com 10 anos de idade, visando sua aplicação na indústria de construção civil e movelaria. A partir da análise dos resultados, pode-se concluir que:

- a. A madeira de *Eucalyptus pellita* tem a menor retração quando comparada com outras espécies do gênero *Eucalyptus spp.* apresentadas neste trabalho.
- b. Foi identificado que a retração radial e tangencial da madeira foram próximas entre si, característica que resultou em maior estabilidade dimensional da madeira.
- c. Espécies de *Eucalyptus spp.* possuem índice de estabilidade dimensional (CA) próximo de 2,0. No entanto, a madeira de *Eucalyptus pellita* avaliada neste trabalho apresentou valor menor (1,24), indicando ser uma espécie mais apropriada para indústria de movelaria e construção civil.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, T. **Estudo da estabilidade dimensional de madeiras tropicais brasileiras.** Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia dos Materiais). 105p. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190 - Projeto de estruturas de madeira.** Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 1997.

BAILLERES H.; HOPEWELL G.; MCGAVIN R. **Evaluation of wood characteristics of tropical post-mid rotation plantation of *Eucalyptus cloeziana* and *E.pellita*: Wood quality and structural properties.** Forest & Wood Products Australia, Melbourne, Austrália, 2008.

BATISTA, D.; KLITZKE, R.; SANTOS, C. **Densidade básica e retrabilidade da madeira de clones de três espécies de eucalyptus.** Ciência Florestal, v. 20, n. 4, p. 665–674, 2010.

BREMER, C. F. **Histórico das construções de madeira**. In: Rodrigues, B. P.; Fiedler, N. C.; Braz, R. L. Tópicos em ciências florestais. Porto Alegre: CCAUFES. p.11-21, 2009.

CALIL JUNIOR, C.; LAHR, F. A. R.; DIAS, A. A. **Dimensionamento de elementos estruturais de madeira**. Barueri, SP: Manole, 2003.

EVANGELISTA, W.; SILVA, J.; LUCIA, R.; LOBO, L.; SOUZA, M. **Propriedades físico-mecânicas da madeira de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake no sentido radial e longitudinal**. Revista Ciência da Madeira. v. 1, n. 2, p. 1–19, 2010.

FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Wood Handbook: Wood as an Engineering Material**. Centennial ed. Madison: US Department of Agriculture, Forest Products Laboratory, 2010.

GALVÃO, A. P. M.; JANKOWSKY, I. P. **Secagem racional da madeira**. 1ª ed., Nobel, São Paulo, 108 p., 1985.

GARCIA, R.; OLIVEIRA, N.; NASCIMENTO, A.; SOUZA, N. **Colorimetria de madeiras dos gêneros *Eucalyptus* e *Corymbia* e sua correlação com a densidade**. Cerne. v. 20, n. 4, p. 509–517, 2014.

IBÁ – INSTITUTO BRASILEIRO DE ÁRVORES. **Relatório Anual**. 80p. 2019.

IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Madeira: Uso sustentável na construção civil**. 2. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2009.

LOPES, C.; NOLASCO, A.; TOMAZELLO FILHO, M.; DIAS, C.; PANSINI, A. **Estudo da massa específica básica e da variação dimensional da madeira de três espécies de eucalipto para a indústria moveleira**. Ciência Florestal, v. 21, n. 2, p. 315–322, 2011.

LOGSON, N. B.; FINGER, Z.; PENNA, E. S. **Caracterização físico-mecânica da madeira de cedro-marinho, *Guarea trichilioides* L. (Meliaceae)**. Scientia Forestalis/Forest Sciences, v. 36, n. 77, p. 43–51, 2008.

NUNES, C.; NASCIMENTO, A.; GARCIA, R.; LELIS, R. **Qualidade de adesão das madeiras de *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus pellita* tratadas termicamente**. Scientia Forestalis/Forest Sciences, v. 44, n. 109, p. 41–56, 2016.

POUBEL, D.; GARCIA, R.; LATORRACA, J.; CARVALHO, A. **Estrutura Anatômica e Propriedades Físicas da Madeira de *Eucalyptus pellita* F. Muell**. Floresta e Ambiente, v. 18, n. 2, p. 117–126, 2011.

SILVA, J. **Parâmetros construtivos para painéis verticais adaptados do sistema wood frame em madeira de eucalipto jovem**. 206 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana). Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, Salvador, 2018.

KOLLMAN, F.; CÔTÉ, W. **Principles of wood science and technology: solid wood**. Springer-Verlag, Berlin, 592 p. 1968.

OLIVEIRA, A.; CARNEIRO, A.; VITAL, B.; ALMEIDA, W.; PEREIRA, B.; CARDOSO, M. **Parâmetros de qualidade da madeira e do carvão vegetal de *Eucalyptus pellita* F. Muell**. Scientia Forestalis, n. 87, p. 431–439, 2010.

PFEIL W, PFEIL M. **Estruturas de Madeira**. 6a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE RESÍDUOS MOVELEIROS ORIUNDOS DA MADEIRA DE IPÊ NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS-PA

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 06/07/2020

Wilson Fernando Rodrigues Stefanelli

Universidade do Estado do Pará, *Campus VI*
Paragominas-PA
<http://lattes.cnpq.br/9661634277151943>

Gesivaldo Ribeiro Silva

Universidade do Estado do Pará, *Campus VI*
Paragominas-PA
<http://lattes.cnpq.br/0867377824342539>

Raul Negrão de Lima

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém-PA
<http://lattes.cnpq.br/8832455699279065>

Nelivelton Gomes dos Santos

Universidade do Estado do Pará
Campus VI – DTRN
Paragominas-PA
<http://lattes.cnpq.br/5089244106229275>

João Rodrigo Coimbra Nobre

Universidade do Estado do Pará
Campus VI – DTRN
Paragominas-PA
<http://lattes.cnpq.br/5919580023061751>

RESUMO: O ipê possui uma madeira nobre sendo pesada, com cerne escuro e com características únicas, que proporciona grande valor comercial na marcenaria, construção civil e naval. Este trabalho foi realizado com intuito de caracterizar a composição química dos

resíduos da madeira de ipê, agregando valor aos resíduos provenientes de movelarias no município de Paragominas-PA. A caracterização química da madeira foi realizada de acordo com as normas técnicas da ABNT-NBR 2003-2010 para determinação de extrativos totais, teor de cinzas, teor de lignina e holocelulose. Os valores encontrados corroboram aos encontrados na literatura podendo variar dentro das porcentagens estimadas para cada propriedade analisada, mostrando a qualidade e agregando valor aos resíduos que podem ser utilizados tanto na produção de carvão e energia como para outras finalidades.

PALAVRAS-CHAVE: Amazônia, extrativos, lignina.

CHEMICAL CHARACTERIZATION OF FURNITURE RESIDUES ORIGINATING FROM IPÊ WOOD IN THE MUNICIPALITY OF PARAGOMINAS-PA

ABSTRACT: The ipe has a noble wood that is heavy, with dark heart and unique characteristics, which provides great commercial value in carpentry, civil and naval construction. This work was carried out with the intention of characterizing the chemical composition of the residues of ipe wood, adding value to the residues from furniture stores in the municipality of Paragominas-PA. The chemical characterization of the wood was carried out according to the technical norms of ABNT-NBR 2003-2010 to determine total extracts, ash content, lignin and holocellulose content. The values found corroborate those found in the literature and may vary within the

percentages estimated for each property analyzed, showing the quality and adding value to the residues that can be used both in the production of coal and energy and for other purposes.

KEYWORDS: Amazon, extractives, lignin.

1 | INTRODUÇÃO

A madeira é uma das matérias-primas mais utilizada pelo homem, sendo trabalhada de diversas formas (VAREJÃO et al., 2009). A preferência de uso desta matéria-prima está relacionada às suas propriedades, que incluem uma elevada resistência mecânica, fácil trabalhabilidade por equipamentos simples e com baixo consumo energético, fonte renovável, estética agradável, além da variação de suas propriedades entre espécies diferentes e dentro da mesma espécie (ZENID, 2010). De acordo com a OIMT (2011) a região amazônica é uma das principais produtoras de madeira tropical do mundo, estando atrás apenas de países como Indonésia e Malásia.

Dentre as espécies utilizadas na produção de madeira, destaca-se o ipê, sendo utilizada na construção civil em geral, marcenaria, tábuas de assoalho, decking, postes, pilares, estruturas externas e pontes (PIOVESAN et al., 2011).

A grande produção de madeira gera uma imensa quantidade de resíduos e como não possuem aproveitamento adequado na maioria das vezes, estes materiais são descartados imprópriamente, causando poluição ao meio ambiente e o desperdício de matéria-prima valiosa (TUOTO, 2009).

Diante disto, este trabalho teve como principal objetivo avaliar se de acordo com a literatura e com as análises feitas da composição química se os resíduos da madeira de ipê tem potencial lucrativo para os moveleiros do município de Paragominas-PA.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Local de estudo

O material utilizado no estudo é proveniente de duas movelarias localizadas no município de Paragominas-PA, região Norte do país, a uma latitude 02° 59' 45" sul e longitude 47° 21' 10" oeste. As espécies foram escolhidas de acordo com sua importância no comércio moveleiro.

2.2 Identificação e coleta do material

As amostras foram identificadas através de conhecimento popular e indicação da própria movelaria. Foram coletadas na (movelaria A) corpos de prova da madeira de *Handroanthus impetiginosus* (ipê-roxo) e na (movelaria B) amostras de serragem

da madeira de *Handroanthus serratifolius* (ipê-amarelo) ambas utilizadas na fabricação de moveis e comercializadas no município.

2.3 Determinação de extrativos totais

A determinação de extrativos totais foi realizada de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14853: determinação do material solúvel em etanol-tolueno em diclorometano e acetona.

2.4 Determinação do teor de cinzas

Para o teor de cinzas utilizamos as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13999: determinação do resíduo (cinzas) após a incineração a 525 °C.

2.5 Determinação do teor de lignina insolúvel (ácida)

Para teor de lignina foi utilizada a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR. 7989: pasta celulósica e madeira — Determinação de lignina insolúvel em ácido. Holocelulose: a porcentagem de holocelulose foi determinada pela subtração dos outros constituintes químicos de uma porcentagem igual a 100% como demonstrado na equação 1.

$$\text{HOLO} = 100\% - (\text{EXT}\% + \text{LIG}\% + \text{CZ}\%) \quad [1]$$

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise química dos constituintes macromoleculares do lenho das duas espécies estudadas mostraram os seguintes resultados demonstrados na Tabela 1.

Composição Química					
Espécies		Lignina	Extrativos	Minerais	Holocelulose
Ipê Amarelo	Média	30,18	11,66	0,28	58,15
	DP	0,22	0,09	0,00	0,13
	CV	0,74	0,77	2,04	0,23
Ipê Roxo	Média	32,55	12,74	0,31	54,71
	DP	0,37	0,32	0,00	0,19
	CV	1,15	2,50	7,37	0,34

Tabela 1. Valores médios da composição química. Desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV).

Em espécies amazônicas é comum encontrar valores de extrativos variando entre 2% a 17%. Moutinho et al. (2011), encontraram em indivíduos de urucu da mata (*Bixa arborea*), breu (*Protium apiculatum*) e acariquarana (*Rinorea guianensis*) valores variando de 3,81% a 6,10%. Os valores encontrados para extrativos foram similares aos encontrados por Santana e Okino (2007) que analisaram a composição química de 36 espécies amazônicas, onde encontraram valores de até 17% de extrativos. Assim colocando as espécies estudadas em média com as espécies estudadas por eles. Os autores relatam que os extrativos têm uma relação conjunta com a idade do vegetal e sofrem uma grande variação dependendo do sítio em que se encontram, sendo a floresta amazônica um arranjo de grande heterogeneidade.

Quando comparada a porcentagem de cinzas encontradas pelas análises com os valores de 0,28% e 0,31% assemelhasse ao identificado por Santana e Okino (2007) para as espécies nativas da região amazônica. As cinzas dificilmente têm valor menor que 0,2%, ou maior que 1% da massa seca no lenho das espécies estudadas por Tsoumis (1991). Para melhor detalhe desta questão faz necessário verificar a procedência da madeira até a chegada à movelaria assim estimando o valor encontrado de forma mais concisa.

Espécies com características de altos teores de cinzas em seu lenho não são atrativas, pois este alto teor indica uma elevada quantidade de minerais no lenho, o que pode ocasionar uma interferência no poder calorífico da madeira quando utilizada como biomassa (DIAS JÚNIOR et al., 2018). Klock et al. (2005), encontraram a porcentagem de $20 \pm 4\%$ para o teor de lignina nas espécies folhosas. Neste contexto, o trabalho apresenta valores com maior porcentagem, contudo, observando os trabalhos de Tsoumis (1991) e Silva et al. (2014) que encontraram respectivamente 31,1% e 27,9% de teor de lignina para madeiras tropicais, o que se aproxima ao mesmo valor encontrado no presente trabalho. No entanto, Castro (2015) para valores de teor de lignina em espécies nativas da região amazônica encontrou o valor médio de 31,77 a 33,68%, o que deixa a taxa encontrada para os resíduos de ipê com valores aproximados ao dele, para uma melhor verificação é necessária uma pesquisa mais abrangente comparando a procedência e a idade da madeira estudada, dentre outros fatores que influenciam na composição de lignina da madeira.

Na Tabela 1 é possível verificar o alto teor de lignina em ambas as espécies (30,18% e 32,55%) mostrando que os resíduos gerados podem ser úteis a produzir um carvão ativado de alta qualidade, devido à lignina ter uma elevada resistência quando colocada a altas temperaturas se comparada a holocelulose, isso tudo provocado por sua estrutura com uma cadeia complexa e amorfa. Essa alta taxa de teor de lignina pode ter uma relação direta com maiores teores de carbono fixo e substâncias voláteis (CASTRO, 2016), com isto o rendimento gravimétrico do

carvão gerado pelos resíduos das espécies será de qualidade altamente aceitável.

O valor encontrado de holocelulose se assemelha ao que consta na literatura em diferentes espécies pesquisadas por vários autores como Nobre (2013) 63,95%, Simetti (2016) 67,02% a 72,55%, Santos (2008) 67,69% a 74,84%, e Silva (2014) 58,68% a 70,55%.

Enquanto a elevada quantidade de teor de holocelulose e a baixa quantidade de extrativos e minerais têm características interessantes para produção de celulose, a maior concentração de lignina torna os resíduos da madeira, interessantes à produção de bioenergia (PROTÁSIO et al., 2012).

A variância observada na composição macromolecular de baixo peso (extrativos e minerais) tem explicação pela interferência que sofreu devido a vários fatores desde o meio em que se encontra até aos fatores genéticos já que a floresta nativa tem este poder de heterogeneidade, mas os valores estão relativamente próximos aos encontrados na literatura sobre análise química da madeira de folhosas, contudo espécies que se encontram na zona tropical podem apresentar valores acima ou abaixo dos estimados.

4 | CONCLUSÕES

Pode concluir-se com a realização deste trabalho que:

- É indispensável definir o perfil químico de cada espécie de modo a identificar possíveis aplicações tecnológicas e industriais.
- Os resíduos das espécies apresentam uma grande porcentagem de lignina, um baixo teor de cinzas e uma porcentagem balanceada de holocelulose o que é indicado principalmente para produção de carvão vegetal.
- Os resíduos gerados não somente nas movelarias como também em serrarias e indústrias que tem como matéria-prima a madeira tem sim capacidade de ser uma fonte de renda extra aos produtores.

REFERÊNCIAS

Associação brasileira de normas técnicas: NBR 10004: **Resíduos sólidos: classificação**. Rio de Janeiro, 2004. 71 p.

_____. NBR 13999: **Determinação do resíduo (cinza) após a incineração a 525°C**. Rio de Janeiro, 2003, 4 p.

_____. NBR 14853: **Determinação do material solúvel em etanol-tolueno e em diclorometano e em acetona**. Rio de Janeiro, 2010^a. 3 p.

____ NBR 7989: **pasta celulósica e madeira: determinação de lignina insolúvel em ácido**. Rio de Janeiro, 2010b. 6 p.

Castro, J. P. **Produção e caracterização física de carvões ativados a partir de fibras de piaçava pré-tratadas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras - MG, 2016.

CASTRO, J.P. et al . **Uso de espécies amazônicas para envelhecimento de bebidas destiladas: análises física e química da madeira**. *Cerne* 2015; 21 (2): 319-327.

DIAS JÚNIOR, A.F.; ANDRADE C.R.; PROTÁSIO T.P.; MELO I.C.N.A.; BRITO J.O.; TRUGILHO P.F. **Pyrolysis and wood by-products of species from the Brazilian semi-arid region**. *Scientia Forestalis* 2018; 46 (117) : 65-75.

KLOCK, U. et al. **Química da madeira**. 3. ed. Curitiba: UFPR, 2005. 81 p.

MOUTINHO, V.H.P.; ROCHA, J.J.M.; AMARAL, E.P.; SANTANA, L.G.M.; ÁGUIAR, O.J.R. **Propriedades Químicas e Energéticas de Madeiras Amazônicas do Segundo Ciclo de Corte**. *Floresta Ambient.*, Seropédica 2016; 23 (3): 443-449.

NOBRE, J.R.C. **Produção e qualidade do carvão ativado de resíduos madeiros de espécies do Estado do Pará**. Minas Gerais: Universidade Federal de Lavras; 2013.

Organización Internacional De Las Madeiras Tropicales. Actualidad Forestal Tropical. Yokohama, 2011. 27 P.

PIOVESAN, P.R.R.; SOUSA, A.S.; REIS, A.R.S. **Caracterização do setor madeireiro no município de Uruará, Pará, Brasil**. In: Seminário de Educação, Ciência e Tecnologia do IFPA no Xingu, Altamira. Anais. IFPA: Altamira, 2011.

PROTÁSIO, T. P.; TRUGILHO, P. F.; NEVES, T. A.; VIEIRA, C. M. M. **Análise de correlação canônica entre características da madeira e do carvão vegetal de Eucalyptus**. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 40, n. 95, p. 317-326, 2012.

SANTANA, M.A.E.; OKINO, E.Y.A. **Chemical composition of 36 Brazilian Amazon forest wood species**. *Holzforschung* 2007; 61(5):469-477.

SANTOS, M. A. S. **“Quality parameters of charcoal for use in blast furnaces”**. In: Proceedings of the National Forum on Charcoal. 2008.

SILVA, D.A.; ALMEIDA, V.C.; VIANA, L.C.; KLOCK ,U.; MUNIZ, G.I.B. **Avaliação das propriedades energéticas de resíduos de madeiras tropicais com uso da espectroscopia NIR**. *Floresta e Ambiente* 2014; 21(4): 561-568.

SIMETTI, R. **Biomassa de cinco espécies de Eucalyptus para uso como biocombustível**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2016.

TSOUMIS, G. **Science and technology of wood: structure, properties, utilization**. I New York: V. N. Reinold, 1991. 494.

TUOTO, M. **Levantamento sobre a geração de resíduos provenientes da atividade madeireira e proposição de diretrizes para políticas, normas e condutas técnicas para promover o seu uso adequado.** Ministério do Meio Ambiente 2009. 1:35

VAREJÃO, M. J. C.; NASCIMENTO, C. S.; NAKAJIMA, G. S.; CRUZ, I. A. **Madeiras Amazônicas e os efeitos nocivos ao homem.** Amazônia: Ciência e Desenvolvimento 2009. 5 (9): 173-186.

ZENID, G. J. **Espécies nativas com potencial madeireiro e moveleiro.** IPT Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.

CAPÍTULO 21

EXTRATIVOS X POTENCIAL ENERGÉTICO: IMPACTO DA EXTRAÇÃO DA MADEIRA DE *Pinus elliottii* NO SEU ESTOQUE ENERGÉTICO

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 07/07/2020

Elias Costa de Souza

Universidade de São Paulo
ESALQ - USP
Piracicaba – SP
<https://orcid.org/0000-0001-9514-635X>

Emanuelle Cristina Barbosa

Faculdade de Tecnologia de Piracicaba,
Piracicaba – SP
<http://lattes.cnpq.br/6550707700284618>

Regina Maria Gomes

Universidade de São Paulo
ESALQ - USP
Piracicaba – SP
<https://orcid.org/0000-0002-9273-2393>

Debora Klingenberg

Universidade de São Paulo
ESALQ - USP
Piracicaba – SP
<https://orcid.org/0000-0003-2098-1988>

Diego Lima Aguiar

Universidade de São Paulo
ESALQ - USP
Piracicaba – SP
<https://orcid.org/0000-0003-1415-787X>

Luana Candaten

Universidade de São Paulo
ESALQ - USP
Piracicaba – SP
<https://orcid.org/0000-0002-7262-8214>

Annie Karoline de Lima Cavalcante

Universidade de São Paulo
ESALQ - USP
Piracicaba – SP
<https://orcid.org/0000-0002-1838-1054>

Aécio Dantas de Sousa Júnior

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ
<https://orcid.org/0000-0003-0623-7220>

Ananias Francisco Dias Júnior

Universidade Federal do Espírito Santo
Jerônimo Monteiro - ES
<https://orcid.org/0000-0001-9974-0567>

José Otávio Brito

Universidade de São Paulo
ESALQ - USP
Piracicaba – SP
<https://orcid.org/0000-0002-6275-9659>

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos extrativos solúveis em etanol no poder calorífico superior da madeira de *Pinus elliottii*. Foram utilizados cavacos de *Pinus elliottii*, secos ao ar livre durante sete dias. O material foi dividido em duas partes, uma utilizada no processo de extração e definição do poder calorífico superior (PCS) e a outra utilizada diretamente para obtenção do PCS. A extração foi realizada em etanol utilizando a norma de determinação dos extrativos totais. A retirada de parte dos extrativos teve influência direta no poder calorífico da madeira de *Pinus elliottii*, sendo responsável pela diminuição da quantidade de calor disponível por unidade de

massa. O processo de extração teve influência direta no poder calorífico da madeira de *Pinus elliottii*. Mesmo sem os extrativos solúveis em etanol, a madeira apresentou resultados de PCS satisfatórios, indicando que seu uso energético é viável, mesmo após o processo de extração.

PALAVRAS-CHAVE: Poder calorífico superior, extrativos, energia da biomassa.

EXTRACTIVE X ENERGY POTENTIAL: IMPACT OF *Pinus elliottii* WOOD EXTRACTION ON ITS ENERGY STOCK

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the influence of soluble extractives in ethanol on the higher calorific value of *Pinus elliottii* wood. *Pinus elliottii* chips, dried outdoors for seven days, were used. The material was divided into two parts, one used in the process of extraction and definition of the higher calorific value (HCV) and the other one used directly to obtain the HCV. The extraction was carried out in ethanol using the norm of determination of the total extractives. The removal of part of the extractives had a direct influence on the calorific value of *Pinus elliottii* wood, being responsible for the decrease of the amount of available heat per unit mass. The extraction process had a direct influence on the calorific power of *Pinus elliottii* wood. Even without ethanol-soluble extractives, the wood showed satisfactory HCV results, indicating that its energy use is viable, even after the extraction process.

KEYWORDS: Higher calorific value, extractive, biomass energy.

1 | INTRODUÇÃO

Entre os países que mais utilizam fontes renováveis em sua matriz energética, o Brasil se destaca mundialmente, e a estimativa é de que o consumo mundial de insumos energéticos cresça cerca de 40% até 2035 (IEA, 2013). No entanto, algumas pesquisas afirmam que a atual rota de desenvolvimento, que tem como base o consumo de combustíveis fósseis, não é sustentável, principalmente em função da exaustão das reservas, segurança de abastecimento e impactos ambientais, e indicam, entre outras soluções, a utilização crescente de energias renováveis (GOLDEMBERG, 2017).

Tendo em vista o equilíbrio ambiental e econômico, a busca por novas fontes renováveis de energia se torna cada vez maior e mais importante. A utilização da madeira de espécies florestais plantadas como matéria-prima é aplicada para a obtenção de diversos produtos como madeira serrada, painéis reconstituídos e compensados, carvão vegetal, papel e celulose (CARNEIRO, 2013; PROTÁSIO et al., 2015; FERNANDEZ et al., 2016). Além da queima direta, a pirólise rápida e a pirólise lenta tem sido amplamente estudadas como formas de melhorar a eficiência energética de diversos materiais lignocelulósicos (PIMENTA et al., 2018). A partir desse processo são produzidos carvões e outros subprodutos energéticos, como uma fração líquida chamada de licor pirolenhoso (pirólise lenta) e bio-óleo (pirólise

rápida) e uma fração de gases não-condensáveis (PADILLA et al., 2018; PIMENTA et al., 2018).

Dada à natureza heterogênea de biomassas lignocelulósicas, sua composição química influencia diretamente o seu desempenho energético. O maior conhecimento sobre sua composição química das biomassas pode melhorar a eficiência energética de diferentes materiais (NAKASHIMA et al., 2014; GOLDEMBERG, 2017). O teor de extrativos é um importante indicador de conformidade da madeira para diversos usos industriais (PANSIN e DE ZEEUW, 1980).

Os extrativos são compostos da madeira não pertencentes à parede celular, com baixa ou média massa molecular, encontrados em pequenas quantidades e podem ser extraídos em água, álcool, solventes orgânicos neutros e presentes em toda árvore, mas principalmente na casca (BARRICHELO e BRITO, 1985). Dentre as espécies florestais plantadas, podemos citar as do gênero *Pinus*, que compreende aproximadamente 600 espécies florestais, destacando-se o *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* por apresentar grande aplicação industrial no Brasil. O *Pinus elliottii* possui teores aproximados de celulose, hemiceluloses, lignina e extrativos de 45%, 30%, 20% e 10%, respectivamente (HORST et al., 2014).

Nesse contexto, existem parâmetros energéticos que avaliam o potencial comburente das biomassas, entre eles a análise do poder calorífico (DEMIRBAS, 2004). O poder calorífico superior reflete na quantidade de energia do combustível, incluindo a energia usada para a vaporização de água do material, sendo esta uma importante propriedade dos combustíveis (GILLESPIE et al., 2013; WAHID et al., 2017).

Deste modo, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência dos extrativos no poder calorífico superior da madeira de *Pinus elliottii* e verificar a viabilidade do seu uso energético após o processo de extração.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Seleção do material

Foram selecionados cavacos de *Pinus elliottii* e os mesmos foram secos ao ar livre durante sete dias. O material foi dividido em duas partes, uma utilizada no processo de extração e definição do poder calorífico superior (PCS) e a outra foi utilizada diretamente para obtenção do PCS.

2.2 Extração

Para a realização da extração e a determinação do teor de extrativos em etanol, foram utilizados aproximadamente 20,0 g de serragem de *Pinus*, como mostrado na Figura 1 e os procedimentos foram realizados de acordo com a norma

Tappi T 204 cm-97 (TAPPI, 1997).



Figura 1. Processo de extração da madeira de *Pinus*.

2.3 Determinação do poder calorífico superior

Para a realização do poder calorífico, foram realizadas 5 repetições com a madeira contendo extrativos e 5 repetições com a madeira após o processo de retirada dos extrativos em etanol. As amostras foram secas em estufa, a 103 ± 2 °C, durante 24 h, a fim de determinar a umidade. Posteriormente, as amostras foram analisadas em bomba calorimétrica modelo Ika C200 (Figura 2) seguindo a norma NBR 8633 (ABNT, 1984).

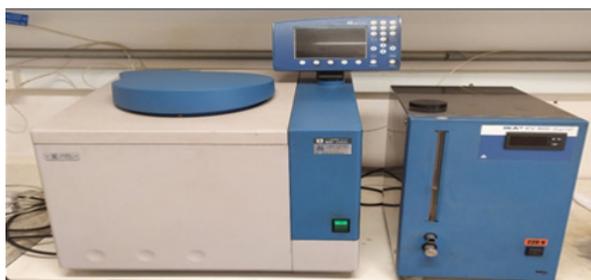


Figura 2. Bomba calorimétrica utilizada para análise do poder calorífico superior.

O poder calorífico inferior (PCI) foi obtido através da Equação 1.

$$PCI = PCS - (600 \times 0,09 \times \%H) \quad [1]$$

Em que: PCI= Poder Calorífico Inferior; PCS= Poder Calorífico Superior;

%H= Teor de Hidrogênio (considerado 6,00 para este trabalho).

O poder calorífico útil (PCU) foi obtido através da Equação 2 (BRITO, 1993).

$$PCU = (PCI \times (1 - (0,01 \times \%U))) - (6 \times \%U) \quad [2]$$

Em que: PCU= Poder Calorífico Útil; PCI= Poder Calorífico Inferior; %U= Teor de Umidade.

2.4 Análise dos dados

Inicialmente, foi realizado o teste de normalidade de Shapiro Wilk, e, em seguida, foi realizado o Teste de t, a nível de 5% de significância. Foram comparadas as médias do poder calorífico superior, inferior, útil e umidade do material com e sem extrativos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3 mostra os resultados das análises energéticas realizadas na madeira de *Pinus elliottii* antes e depois do processo de extração. De acordo com a análise estatística, foram encontradas diferenças nas médias de todas as variáveis analisadas, e os maiores resultados de poder calorífico foram encontrados na madeira antes do processo de extração.

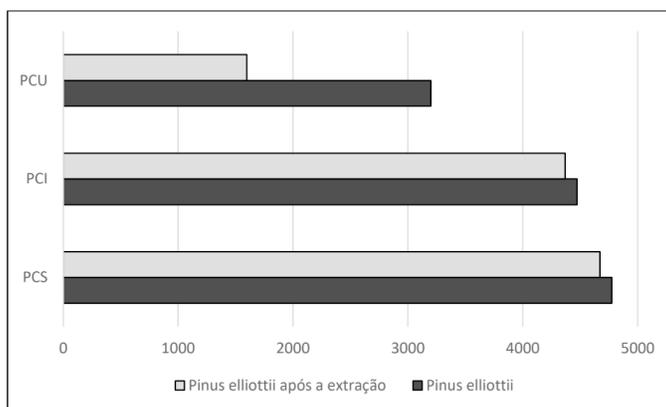


Figura 3. Poder calorífico da madeira com os extrativos e após a extração. PCS= Poder Calorífico Superior; PCI= Poder Calorífico Inferior; PCU= Poder Calorífico Útil.

Os resultados obtidos neste trabalho comprovam a influência do poder calorífico dos extrativos no poder calorífico da madeira. Pode-se observar que, após o processo de extração, o poder calorífico superior da madeira reduziu em mais de 100 kcal.kg⁻¹. A madeira com extrativos apresentou, também, um maior poder

calorífico inferior (PCI), que leva em consideração o teor de oxigênio da madeira, geralmente na faixa dos 6% (BRITO, 1993). Já no poder calorífico útil (PCU), que leva em consideração o teor de umidade da madeira, os resultados foram mais discrepantes, visto que, após o processo de extração e a secagem ao ar livre, a madeira ainda apresentou uma umidade de 55,76%.

O teor de extrativos pode variar, tanto em espécies de gêneros diferentes, quanto entre as diferentes espécies do mesmo gênero. A Tabela 1 apresenta os valores de extrativos totais encontrados em diferentes espécies de valor comercial.

Nome científico	Teor de Extrativos (%)	Autores
<i>Eucalyptus cloeziana</i>	4,58	Paes et al., (2016)
<i>Eucalyptus toreliana</i>	3,91	Paes et al., (2016)
<i>Eucalyptus grandis</i>	7,19	Albino et al., (2012)
<i>Eucalyptus urophylla</i>	7,45	Trugilho et al., (2014)
<i>Eucalyptus saligna</i>	4,52	Trugilho et al., (1996)
<i>Eucalyptus umbra</i>	7,8	Lima et al., (2011)
<i>Eucalyptus globulus</i>	4,65	Esteves et al., (2013)
<i>Pinus elliotti</i>	2,45	Delucis et al., (2017)
<i>Pinus taeda</i>	3,34	Trianoski et al., (2016)
<i>Pinus oocarpa</i>	4,31	Moraes et al., (2005)
<i>Pinus maximinoi</i>	3,72	Mendes et al., (2002)
<i>Pinus tecunumanii</i>	5,54	Mendes et al., (2002)
<i>Pinus caribaea</i>	5,12	Mendes et al., (2002)
<i>Pinus chiapensis</i>	6,19	Mendes et al., (2002)

Tabela 1. Teor de extrativos de espécies de *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp. com relevância econômica.

Como pode ser observado, das espécies de *Pinus* avaliadas na tabela, *Pinus elliotti* é a que apresenta os menores teores de extrativos (2,45%) e *Pinus chiapensis* é a que apresenta os maiores valores (6,19%). Mesmo com o baixo teor de extrativos, a extração mostrou que este componente pode contribuir significativamente para a composição total do potencial energético da madeira. Provavelmente, em espécies com maiores teores de extrativos, como o *Eucalyptus urophylla*, um maior impacto deverá ser observado.

Os valores de poder calorífico superior (PCS) encontrados para *Pinus elliottii* com os extrativos foi de 4776 kcal.kg⁻¹ e 4671 kcal.kg⁻¹ após as extrações. Até mesmo a madeira após o processo de extração apresentou valores superiores aos obtidos por Balloni (2009), que obteve uma média de 4323 kcal.kg⁻¹ ao avaliar o PCS da madeira de *Pinus elliottii*. O poder calorífico é um importante parâmetro para a

definição do potencial energético da biomassa. Na Tabela 2 é possível observar os valores de densidade e poder calorífico de diversas biomassas florestais e agrícolas com aplicações comerciais.

Espécie	Densidade (kg.m ⁻³)	PCS (kcal.kg ⁻¹)	Autores
<i>Araucaria angustifolia</i> (resíduo)	293	4667	Jacinto et al. 2017
Arroz (casca)	338	3929	Marafon, Amaral, e Lemos 2019
<i>Bambusa tuldooides</i>	653	4545	Marafon, Amaral, e Lemos 2019
<i>Bambusa vulgaris</i> (colmos)	624	4571	Balduino Junior et al. 2016
Coco (casca - endocarpo)	922	4784	Marafon, Amaral, e Lemos 2019
Coco (fibra)	186	4356	Marafon, Amaral, e Lemos 2019
<i>Dendrocalamus giganteus</i>	537	4499	Marafon, Amaral, e Lemos 2019
<i>Eucalyptus nitens</i>	-	4385	Arteaga-Pérez et al. 2015
<i>Eucalyptus globulus</i> (caule)	-	4581	Viana et al. 2018
<i>Eucalyptus globulus</i> (galhos)	-	4884	Viana et al. 2018
<i>Eucalyptus pellita</i>	650	3940	Menuccelli et al. 2019
<i>Eucalyptus</i> sp. (resíduo)	560	4872	Figueiró et al. 2019
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	1000	4602	Menuccelli et al. 2019
<i>Eucalyptus urosemite</i>	-	4442	Ignacio, Santos, e Duarte 2019
<i>Guadua angustifolia</i>	577	4566	Marafon, Amaral, e Lemos 2019
<i>Pinus</i> sp	395	4358	Chouhan e Mukherjee 2020
<i>Pinus</i> sp. (resíduo)	430	4753	Figueiró et al. 2019
<i>Pinus elliottii</i>	-	4323	Balloni (2009)
<i>Pinus taeda</i> (costaneira)	347	4729	Souza et al. 2012
<i>Pinus taeda</i> (resíduo de colheita)	235	4901	Souza et al. 2012
<i>Saccharun officinarum</i> (bagaço)	-	4473	Costa et al. 2019
<i>Schizolobium amazonicum</i>	262	4650	Vidaurre et al., 2012

Tabela 2. Densidade e poder calorífico superior de biomassas com relevância econômica.

Contudo, deve-se atentar para o alto teor de umidade encontrado na madeira após o processo de extração, o que influenciou diretamente o PCU do material avaliado, visto que a umidade se correlaciona negativamente com o PCS. Lima, Abdala e Wenzel (2008), ao analisarem discos de *Eucalyptus benthamii* com umidades variando entre 0 e 60% encontraram uma correlação de 0,99 nos dados, indicando que, quanto mais alto o teor de umidade, menor é o PCS da madeira, visto que ocorre um gasto energético maior para que ocorra a evaporação da água. Um resultado semelhante foi obtido por Furtado et al. (2012), que encontraram um alto coeficiente de correlação negativo (0,94) ao correlacionar a umidade da madeira de *Pinus taeda* de diferentes idades com o seu respectivo PCS.

Alguns estudos já foram realizados com o objetivo de correlacionar o teor de extrativos com o PCS, tanto da madeira (ZANUNCIO et al., 2014) quanto de outras biomassas que possuem aplicações energéticas (KUMAR et al., 2020). Os principais resultados são apresentados na Tabela 3.

Espécie	Extrativos totais (%)	Poder calorífico (kcal. kg ⁻¹)		Referência
		Com extrativos	Sem extrativos	
<i>Pinus oocarpa</i>	10,91	5105	4722	
<i>Eucalyptus paniculata</i>	3,86	4592	4603	
<i>Eucalyptus urophylla</i>	9,12	4663	4436	
<i>E. urophylla</i> x <i>E. camaldulensis</i>	10,37	4787	4654	Zanuncio et al. (2014)
<i>Corymbia citriodora</i>	6,25	4650	4502	
<i>E. citriodora</i> x <i>E. toreliana</i>	7,23	4663	4570	
Outros materiais lignocelulósicos				
Casca de noz	70,3	2130	1830	
Bagaço de cana	23,7	1830	1780	
Casca de café	34,5	1780	1870	
Pedúnculo de algodão	14,6	1890	1820	Kumar et al. (2020)
Casca de amendoim	22,6	1840	1530	
Casca de arroz	14,7	1470	1460	
<i>Prosopis juliflora</i>	17,7	2130	1890	
<i>Lantana camara</i>	18,1	1870	1810	

Tabela 3. Extrativos e poder calorífico (com e sem extrativos) de diferentes biomassas lignocelulósicas.

Com exceção do *Eucalyptus paniculata* e da casca de café, todas as outras biomassas avaliadas apresentaram diminuição no seu PCS, após o processo de extração. Vale salientar que alguns materiais lignocelulósicos, mesmo apresentando altos teores de extrativos, não apresentaram perdas maiores que 100 kcal.kg⁻¹ no PCS, quando avaliadas após o processo de extração, como é o caso da *Lantana câmara*. De acordo com o que foi avaliado na madeira de *Pinus elliottii* neste trabalho, os resultados indicam que, mesmo após a retirada dos extrativos solúveis em etanol, a madeira possui alta viabilidade energética para utilização no setor de energia. A Figura 4 apresenta um resumo gráfico simplificado da metodologia e dos principais resultados obtidos.

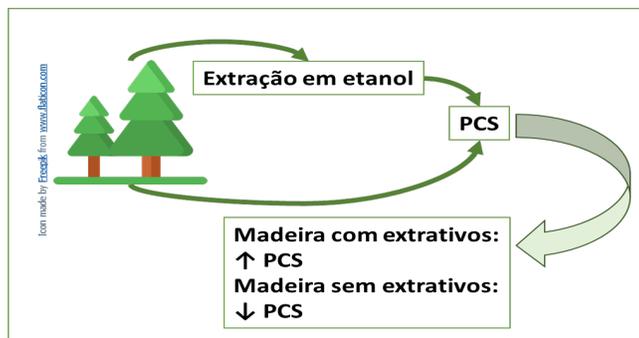


Figura 4. Resumo gráfico da pesquisa.

4 | CONCLUSÕES

O processo de extração teve influência direta no poder calorífico da madeira de *Pinus elliottii*. Mesmo sem os extrativos solúveis em etanol, a madeira apresentou resultados de PCS satisfatórios, indicando que seu uso energético é viável, mesmo após o processo de extração.

REFERÊNCIAS

ALBINO, V. C. do S.; MORI, F. A.; MENDES, L. M. **Influência das características anatômicas e do teor de extrativos totais da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden na qualidade da colagem.** *Ciência Florestal*, vol. 22, n. 4, 2012.

ARTEAGA-PÉREZ, L. E. et al. **Torrefaction of wood and bark from *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus nitens*: Focus on volatile evolution vs feasible temperatures.** *Energy*, v. 93, p. 1731–1741, 2015.

BALDUINO JUNIOR, A. L. et al. **Energetic potential of bamboo culms for industrial and domestic use in Southern Brazil.** *Ciência Rural*, v. 46, n. 11, p. 1963–1968, 2016.

BALLONI, C. J. V. **Caracterização Física e Química da Madeira de *Pinus elliottii*.** [trabalho de conclusão de curso] - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Itapeva, 2009.

BARRICHELO, L. E. G.; BRITO, J. O. **Química da Madeira.** Piracicaba: ESALQ, 1985. 125 p.

BRITO, J.O. **Expressão da produção florestal em unidades energéticas.** In: Congresso Florestal Panamericano, 1. Congresso Florestal Brasileiro, 7., 1993, Curitiba. Anais... Curitiba: SBS, SBEF, 1993. p.280-282.

CARNEIRO, A. C. O. **Bioenergia e biorrefinaria - Cana-de-açúcar e espécies florestais: Pirólise lenta da madeira para produção de carvão vegetal.** 2013. 455 p.

CHOUHAN, A. P. S.; MUKHERJEE, S. **Thermogravimetric Analysis of Pinus Wood for Kinetic Analysis by Using Coats and Redfern Method.** Journal of Physics: Conference Series, v. 1531, n. 1, p. 0–7, 2020.

COSTA, E. V. S.; PERERIRA, M. P. C. F.; SILVA, C. M. S.; PEREIRA, B. L. C.; ROCHA, M. F. V.; CARNEIRO, A. C. O. **Torrefied briquettes of sugar cane bagasse and eucalyptus.** Revista Arvore, v. 43, n. 1, 2019.

DELUCIS, R. de A.; SANTOS, P. S. B. dos; BELTRAME, R.; GATTO, D. A. **Chemical and fuel properties of forestry wastes from Pine plantations.** Revista **Árvore**, vol. 41, n. 5, 2017. Doi: 10.1590/1806-90882017000500007.

DEMIRBAS A. **Combustion characteristics of different biomass fuels.** Progress in Energy and Combustion Science, 2004, v. 30, n. 2, p. 219-230.

ESTEVES, B.; DOMINGOS, I.; LOPES, L. C.; FERREIRA, J.; VIANA, H.; PEREIRA, H. **Variação transversal da composição química de árvores de Eucalyptus globulus com 15 anos de idade.** 7º Congresso Florestal Nacional – “Florestas, conhecimento e Inovação”, 2013.

FERNANDEZ, B. O.; GONÇALVES, B. F.; PEREIRA, A. C. C.; HANSTED, A. L. S.; PÁDUA, F. A.; RÓZ, A. L.; YAMAJI, F. M. **Características mecânicas e energéticas de briquetes produzidos a partir de diferentes tipos de biomassa.** Revista Virtual de Química, 2016, vol. 9, n. 1, p. 29-38.

FERREIRA, I. T. M.; SCHIRMER, W. N.; MACHADO, G. O.; GUERRI, M. V. D. **Estimativa do Potencial Energético de Resíduos Celulósicos de Fabricação de Papel Através de Análise Imediata.** Revista Brasileira de Energias Renováveis, 2014, v. 3, p. 284-297.

FIGUEIRÓ, C. G.; CARNEIRO, A. C. O.; FIALHO, L. F.; SILVA, C. M. S.; PERES, L. C. **Energetic valorization of sawmill waste through slow pyrolysis.** Floresta, v. 49, n. 1, p. 109–116, 2019.

FURTADO, T. S.; FERREIRA, J. C.; BRAND, M. A.; NEVES, M. D. **Correlação entre teor de umidade e eficiência energética de resíduos de Pinus taeda em diferentes idades.** Revista **Árvore**, Viçosa, MG, v. 36, n. 3, p. 577-582, 2012.

GILLESPIEA, G. D.; EVERARD, C. D.; FAGAN, C. C.; MCDONNELL, K. P. **Prediction of quality parameters of biomass pellets from proximate and ultimate analysis.** Fuel, 2013, v. 111, n. 1., p. 771-777.

GOLDEMBERG J. **Atualidade e Perspectivas no Uso de Biomassa para Geração de Energia.** Revista Virtual de Química, 2017, v. 9, n. 1, p. 15-28.

HORST, D. J.; PETTER, R. R. H.; VIEIRA, R. A.; WAGNER, T. M. **HPLC mapping of second generation ethanol production with lignocelluloses wastes and diluted sulfuric hydrolysis.** Acta Scientiarum Technology, 2014, v. 36, n. 4, p. 591–598.

IGNACIO, L. H. da S.; SANTOS, P. E. de A.; DUARTE, C. A. R. **An experimental assessment of Eucalyptus urosemite energy potential for biomass production in Brazil.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 103, n. January, p. 361–369, 2019.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. **CO2 emissions from fuel combustion highlights** [online]. 2013. Disponível em: <www.iea.org/publications/ freepublications/ publication/CO2EmissionsFromFuelCombustionHighlights2013.pdf> Acessado em: 02 jun 2019.

JACINTO, R. C.; BRAND, M. A.; CUNHA, A. B.; SOUZA, D. L.; SILVA, M. V. **Utilização de resíduos da cadeia produtiva do pinhão para a produção de pellets para geração de energia**. Floresta, v. 47, n. 3, p. 353–363, 2017.

LIMA, E. A.; ABDALA, E. M.; WENZEL, A. A. **Influência da Umidade no Poder Calorífico Superior da Madeira**. Comunicado Técnico, 220. Embrapa Florestas, 2008. 3 p.

LIMA, I. L. de; LONGUI, E. L.; GARCIA, R.; LUCA, E. F. de; SILVA JÚNIOR, F. G. de; FLORSHEIM, S. M. B. **Propriedades da Madeira de Eucalyptus umbra R. T. Baker em Função do Diâmetro e da Posição Radial na Tora**. Floresta e Ambiente, vol. 18, n. 3, 2011.

MARAFON, A. C.; AMARAL, A. F. C.; LEMOS, E. E. P. **Characterization of bamboo species and other biomasses with potential for thermal energy generation**. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 49, p. 1–5, 2019.

MENDES, L. M.; IWAKIRI, S.; MATOS, J. L. M. de; KEINERT JR, S.; SALDANHA, L. K. **Pinus spp. na produção de painéis de partículas orientadas (OSB)**. Ciência Florestal, vol. 12, n. 2, 2002.

MENEZES, M. J. S. **Poder calorífico e análise imediata da maravalha de pinus (*Pinus sp*) e araucária (*Araucaria angustifolia*) de reflorestamento como resíduos de madeireira**. [dissertação]. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel. 2013.

MENUCELLI, J. R.; AMORIM, E. P.; FREITAS, M. L. M.; ZANATA, M.; CAMBUIM, J.; MORAES, M. L. T.; LONGUI, E. L. **Potential of Hevea brasiliensis Clones, Eucalyptus pellita and Eucalyptus tereticornis Wood as Raw Materials for Bioenergy Based on Higher Heating Value**. Bioenergy Research, v. 12, n. 4, p. 992–999, 2019.

MORAIS, S. A. L. de; NASCIMENTO, E. A. do; MELO, D. C. de. **Análise da madeira de Pinus oocarpa parte I – estudo dos constituintes macromoleculares e extrativos voláteis**. Revista Árvore, vol. 29, n. 3, 2005.

NAKASHIMA, G. T.; MARTINS, M. P.; SILVA, D. A.; CHRISOSTOMO, W.; YAMAJI, F. M. **Aproveitamento de resíduos vegetais para a produção de briquetes**. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, 2014, n. 34, p. 22-29.

PADILLA, E. R. D.; BELINI, G. B.; NAKASHIMA, G. T.; WALDMAN, W. R.; YAMAJI, F. M. **Potencial energético da casca de coco (*Cocos nucifera L.*) para uso na produção de carvão vegetal por pirólise**. Revista Virtual de Química, 2018, v. 10, n. 2, 12 p.

PAES, J. B.; GUERRA, S. C. S.; SILVA, L. F. da; OLIVEIRA, J. G. L. de; TEAGO, G. B. S. **Efeito do teor de extrativos na resistência natural de cinco madeiras ao ataque de cupins xilófagos**. Ciência Florestal, vol. 26, n. 4, 2016.

PANSHIN, A. J.; ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. 4. ed. New York: McGraw Hill, 1980. 722p.

PIMENTA, A. S.; MONTEIRO, T. V. C.; FASCIOTTI, M.; BRAGA, R. M.; SOUZA, E. C.; LIMA, K. M. G. **Fast pyrolysis of trunk wood and stump wood from a Brazilian eucalyptus clone.** *Industrial Crops & Products*. V. 125, p. 630–638, 2018.

PROTÁSIO, T. P.; MENDES, R. F.; SCATOLINO, M.; MENDES, L.; TRUGILHO, P. F.; MELO, I. C. N. A. **Thermal stability of particleboards of sugar cane bagasse and Pinus spp.** *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 43, n. 107, p. 683-691, 2015.

SOUZA, M. M.; SILVA, D. A.; ROCHADELLI, R.; SANTOS, R. C. **Estimativa de poder calorífico e caracterização para uso energético de resíduos da colheita e do processamento de Pinus taeda.** *Floresta*, v. 42, n. 2, p. 325–334, 2012.

TAPPI T 264 cm-97. **Preparation of wood for chemical analysis.** Atlanta: Tappi Press, 1997.

TRIANOSKI, R.; PICCARDI, A. B. R.; IWAKIRI, S.; MATOS, J. L. M. de; BONDUELLE, G. M. **Incorporação de Grevillea robusta na Produção de Painéis Aglomerados de Pinus.** *Floresta e Ambiente*, vol. 23, n. 2, 2016.

TRUGILHO, P. F.; GOULART, S. L.; ASSIS, C. O. de; COUTO, F. B. S.; ALVES, I. C. N.; PROTÁSIO, T. de P.; NAPOLI, A. Características de crescimento, composição química, física e estimativa de massa seca de madeira em clones e espécies de Eucalyptus jovens. **Ciência Rural**, 2014.

TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; MENDES, L. M. **Influência da idade nas características físico-químicas e anatômicas da madeira de Eucalyptus saligna.** *Cerne*, 1996.

VIANA, H.; RODRIGUES, A.; LOPES, D. M. M.; GODINA, R.; NUNES, L. J. R.; MATIAS, J. C. O. **Pinus Pinaster and Eucalyptus Globulus Energetic Properties and Ash Characterization.** *Proceedings - IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe*, p. 2018–2021, 2018.

VIDAURRE, G. B.; CARNEIRO, A. C. O.; VITAL, B. R.; SANTOS, R. C.; VALLE, M. L. A. **Propriedades energéticas da madeira e do carvão de paricá (Schizolobium amazonicum).** *Revista Árvore*, 2012, v. 36, n. 2, p. 365-371.

WAHID, F. R. A.A.; SALEH, S.; SAMAD, N. A. F. A. **Estimation of Higher Heating Value of Torrefied Palm Oil Wastes from Proximate Analysis.** *Energy Procedia*, 2017, v. 138, n. 1, p. 307-312.

FITOQUÍMICA E FARMACOLOGIA DE MATÉRIAS PRIMAS MADEIREIRA E NÃO MADEIREIRA

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 14/07/2020

Luciana Jankowsky

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
ESALQ/USP
Piracicaba – SP
<http://lattes.cnpq.br/6379478722516335>

Ivaldo Pontes Jankowsky

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
ESALQ/USP
Piracicaba – SP
<http://lattes.cnpq.br/4825302784201406>

RESUMO: Pesquisas e desenvolvimento de compostos químicos com matérias primas madeireiras e não madeireiras, através de estudos fitoquímicos e perfil de atividade farmacológica, coincidem com as tendências de mercado das indústrias farmacêutica e química. Estudos realizados com protocolos “*in vitro*” (cultura celular humana e bactérias) e “*in vivo*” (pré-clínico) representam os trabalhos iniciais na área de P&D, e as inovações tecnológicas residem no emprego de técnicas multidisciplinares com o propósito de inovar nas estratégias de identificação e aplicação dos compostos químicos encontrados. Resultados obtidos com resíduos madeireiros provenientes da indústria de pisos comprovaram perfil farmacológico antitumoral, anti-inflamatório

e sobre o sistema nervoso central. O licor pirolenhoso, obtido de material não madeireiro, foi testado quanto a atividade antibacteriana. Os resultados evidenciam que novos elos, decorrentes da pesquisa fitoquímica, podem ser incluídos na cadeia produtiva de produtos madeireiros e não madeireiros, cuja abordagem agrega valores econômico, ambiental e sociais aos produtos florestais.

PALAVRAS-CHAVE: *Myroxylon peruiferum*, *Dendrocalamus asper*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, atividade antinociceptiva.

PHYTOCHEMISTRY AND PHARMACOLOGY OF WOOD E NON-WOOD RAW MATERIAL

ABSTRACT: Research and development related to phytochemistry and pharmacology in pharmaceutical industry achieved a new trend in sources of chemical components, considering that the raw material is from wood and non-wood origin. Assays performed in “*in vitro*” (human cell culture and bacteria’s cultures) and in “*in vivo*” (pre-clinical) for advances in research from unusual phytochemistry source represents studies in pharmacological area, allowed technological innovations in the employment of multidisciplinary techniques with the propose of new strategies for the formulation of the chemical material found. Results obtain with residues from wood flooring mills demonstrate antitumoral, anti-inflammatory and sedative on central nervous system. Considering the market for non-wood material, the use of the pyrolytic liquor provide inhibition of bacteria’s growth. All

results showed evidences that a new step in productive chain of wood and non-wood material can be approached as sources of R&D, whit the propose of aggregate economic, environmental and social values to forest products.

KEYWORDS: *Myroxylon peruiferum*, *Dendrocalamus asper*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, antinociceptive activity.

1 | INTRODUÇÃO

A renda mundial, entre os períodos de 2013 a 2018 foi exponencialmente crescente. Ao final do ano de 2019 a estimativa da indústria farmacêutica foi de \$1,25 trilhões de dólares americanos (MIKULIC, 2020). O crescimento do consumo está relacionado com doenças, idade, estilo de vida, entre outros. Para que esta renda aumente nos próximos anos as indústrias farmacêuticas e químicas intensificam estudos nas áreas de pesquisa e desenvolvimento, investindo uma estimativa de 20%, ou mais, da renda anual, para a descoberta de novas moléculas ativas (MIKULIC, 2019).

Contudo, as fontes de origem natural, que inicialmente inspiram pesquisa de síntese e semi-síntese química, alcançaram tal ápice que a pesquisa necessita ser expandida para produtos ainda pouco visados, como os de origem florestal, tanto madeireiros e como não madeireiros (CALIXTO, 2005; CHITRA et al., 2019).

A Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015, conhecida como a Lei da biodiversidade (BRASIL, 2015), cujo propósito visa proteger o patrimônio genético nacional e conhecimento tradicional associado, por vezes, gera obstáculos às pesquisas de base, onde estudos fitoquímicos e farmacológicos “*in vitro*” e “*in vivo*” alavancam estudos clínicos.

Considerando a cadeia produtiva no setor madeireiro e não madeireiro, matérias primas consideradas como resíduos e não utilizados como produtos manufaturados, representam uma fonte a ser estudada para fins de pesquisa e desenvolvimento na indústria farmacêutica e química.

Desde 2003 pesquisa com resíduos madeireiros realizadas com extratos brutos obtidos, através de protocolos fitoquímicos, de espécies madeireiras da indústria de pisos, corroboram perfis de diversas atividades farmacológicas, observadas “*in vitro*” e “*in vivo*” (JANKOWSKY, 2005; JANKOWSKY et al., 2017).

Em 2015, estudos com licor pirolenhoso obtido de matéria prima não madeireira, da indústria de carvoaria, demonstrou resultados promissores em protocolos de “bioharzard” 1 e 2, com bactérias patogênicas *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*.

As espécies vegetais estudadas são comumente empregadas na indústria madeireira e não madeireira, tal como o *Myroxylon peruiferum*. Conhecida pelo nome popular de Cabreúva, é uma árvore encontrada em diversos países, como Bolívia,

Colômbia e Brasil, sendo que neste último a abrangência inclui estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, entre outros. Devido suas propriedades mecânicas e coloração castanho-amarelado a marrom claro, seu emprego na indústria de pisos de madeira e construção civil são conhecidas. Estudos etnofarmacológicos e pré-clínicos demonstram que o óleo-resina e o óleo essencial obtido desta espécie apresentam atividades farmacológicas diversas (PEREIRA et al., 2019; REYES, 2020; SARTORI, [s.d.]); nem como atividade antifúngica e antioxidante (TEIXEIRA DA SILVA et al., 2017).

A cadeia produtiva da indústria madeireira gera uma quantidade enorme de resíduos, dos quais a empregabilidade é baixa e com pouco retorno financeiro. Outro setor cujos resíduos são explorados de forma restrita e com pouco estudo de composição química, ação farmacológica, eficácia e segurança é o setor de pirólise de fontes lignocelulósicas.

A espécie *Dendrocalamus asper* (Schult & Schult) Backer foi provavelmente trazida ao Brasil do sudoeste da Ásia pelos colonizadores portugueses. Em solo brasileiro apresenta touceiras de grande porte, com até 30 m de altura, sendo que os colmos da base podem chegar a 30 cm de diâmetro. Sua coloração marrom, em colmos jovens, ocorre devido a presença de tricomas (BRITO, 2018; TOMBOLATO; GRECO e PINTO, 2012). No Brasil, o bambu vem sendo cada vez mais empregado na indústria moveleira e na produção de painéis, uma vez que é considerado resistente e ecologicamente correto, atingindo patamares de sustentabilidade necessários à sociedade e ao ambiente (PEREIRA e BERALDO, 2016).

Com o propósito de contribuir com a pesquisa e desenvolvimento de base nas indústrias farmacêuticas e químicas, este trabalho avalia novas fontes de matérias primas madeireiras e não madeireiras, etapas na cadeia produtiva das indústrias madeireiras e de carvoaria, como potenciais fontes de composto fitoquímicos com atividade farmacológica, cuja abordagem agrega valores econômicos, ambientais e sociais.

2 I MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Resíduos madeireiros

A pesquisa com resíduos focou a indústria de pisos, sendo avaliados os materiais obtidos das espécies *Tabebuia* sp (Ipê), *Bowdichia nitida* (Sucupira), *Dipteryx odorata* (Cumarú) e *Myroxylon peruiferum* (Cabreúva) (JANKOWSKY, 2005).

2.1.1 Fitoquímica

Os resíduos madeireiros foram submetidos a extrações químicas com

solventes orgânicos (Merck, Sigma-Aldrich), segundo método descrito por Jankowsky (2005). De acordo com a afinidade dos compostos químicos foram gerados dois diferentes tipos de extratos brutos, o diclorometânico (EBD) e o metanólico (EBM). Os solventes de cada extrato bruto foram rotaevaporados a vácuo, em temperatura constante de 40°C, e o extrato obtido armazenado em geladeira a 4°C.

2.1.2 Atividade farmacológica

Após testes preliminares em cultura de células tumorais humanas, o EBD da espécie *Myroxylon peruiferum* foi avaliado em modelo farmacológico de atividade antinociceptiva, seguindo a metodologia descrita por Jankowsky (2005).

2.2 Licor pirolenhoso

O bambu *Dendrocalamus asper*, previamente moído e seco, foi submetido a um processo de pirólise em três diferentes temperaturas, 250°C; 350°C e 550°C. A cada temperatura o licor pirolenhoso integral foi obtido por condensação dos gases voláteis, por um período de 4 horas após atingir a temperatura de pirólise desejada. Os licores pirolenhosos integrais obtidos foram submetidos a um fracionamento líquido-líquido, utilizando metanol e hexano [40:100 mL (3 vezes)] como solventes orgânicos (Merck, Sigma-Aldrich). Os solventes foram evaporados a 40°C em um evaporador rotativo e as frações extraídas foram armazenadas a 4°C, codificadas de acordo com a temperatura de obtenção do licor pirolenhoso e o solvente orgânico extrator (JANKOWSKY, 2019).

O licores pirolenhosos integrais e suas respectivas frações foram denominados de acordo com a temperatura da pirólise e separação química por solvente orgânico. Os licores pirolenhosos integrais foram denominados LPI250, LPI350 e LPI550; as frações metanólicas foram designadas como FMeOH250, FMeOH350 e FmeOH550; as frações hexânicas como FHex250, FHex350 e FHex550.

2.2.1 Atividade antimicrobiana

A atividade antimicrobiana dos extratos brutos pirolenhosos foi avaliada através do teste de difusão em disco, descrito em Jankowsky (2019). Esta metodologia é reconhecida e aceita pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), pelo Food and Drug Administration (FDA) e pelo Clinical Laboratory Standards Instituted (CLSI) (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA), 2003; COLYE et al., 2005; OSTROSKY et al., 2008; WEINSTEIN et al., 2018) quando é impossível prever a sensibilidade desse organismo, mesmo conhecendo a sua identificação. Os testes de sensibilidade são indicados, com maior frequência, quando se acredita que o organismo causador pertence a uma espécie

capaz de apresentar resistência aos agentes antimicrobianos normalmente usados. Diversos métodos laboratoriais podem ser utilizados para medir a sensibilidade *in vitro* das bactérias aos agentes antimicrobianos. Em muitos laboratórios de microbiologia clínica, utiliza-se rotineiramente o método de disco-difusão em ágar para testar os patógenos mais comuns, de crescimento rápido e determinadas bactérias fastidiosas. O presente documento inclui uma série de procedimentos para padronizar a execução dos testes de disco-difusão. Descrevem-se também o desempenho, as aplicações e as limitações dos métodos atualmente recomendados pelo NCCLS. As informações suplementares (tabelas M100 patogênica *Escherichia coli* (ATCC 23282) e *Staphylococcus aureus* (ATCC 35696)

2.3 Análise estatística

Todos os resultados dos testes “*in vivo*” foram submetidos à análise de variância de uma única via (ANOVA), considerando-se como nível crítico $p < 0,05$ para que fosse considerada diferença significativa entre os grupos controle e tratados, seguidos do Teste de Duncan, considerando-se o mesmo nível crítico.

Os resultados da atividade antimicrobiana dos licores pirolenhosos e das suas respectivas frações metanólicas e hexânicas foram analisados individualmente para a bactéria *E. coli* e *S. aureus*, seguindo um delineamento fatorial 3 x 3 (produto x temperatura), com 4 repetições. Em cada ensaio foi aplicada a ANOVA aos resultados totais e o teste de Tukey foi usado para comparar as médias.

3 | RESULTADOS

3.1 Atividade antinociceptiva

As reações dos animais ao estímulo nociceptivo calor são mensuradas neste protocolo. Os animais tratados com solução salina (10 mL.Kg⁻¹), morfina (20 mL.Kg⁻¹), e com o EBD de *M. peruiiferum* nas doses de 100, 300 e 1000 mg.Kg⁻¹ apresentaram diferenças no tempo de reação ao estímulo álgico térmico após 30, 60, 90 e 120 minutos decorridos do tratamento via intraperitoneal, conforme demonstrado na Figura 1.

Na concentração de 1000 mg.kg⁻¹ do EBD de *M. peruiiferum* ocorreu aumento no tempo de reação de 123,4%; 130,8%; 214% e 8,4% após 30, 60, 90 e 120 minutos, respectivamente. A morfina, utilizada como controle positivo, produziu um aumento no tempo de reação dos animais, de 198,3%; 239,5%; 317% e 79% decorridos os mesmos períodos de tempo.

A morfina é reconhecida como potente analgésico, e sua ação foi superior a todos os demais tratamentos; entretanto, o tratamento com o EDB de *M. peruiiferum* na dose de 1000 mg.Kg⁻¹ demonstrou capacidade similar à da morfina para inibir a

percepção de dor.

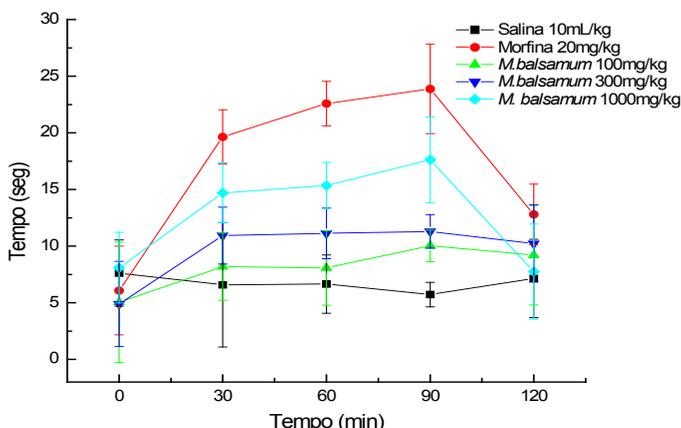


Figura 1. Reatividade ao estímulo térmico em camundongos. Os resultados são expressos em média (\pm erro padrão) de 6 animais por grupo experimental. ANOVA: $F_{(4,25)}$: Basal: 1,4 $p < 0,01$; 30 min: 7,1 $p < 0,001$; 60 min: 4,8 $p < 0,001$; 90 min: 7,15 $p < 0,001$; 120 min: 2,3 $p < 0,001$.

3.2 Atividade antimicrobiana dos licores pirolenhosos e das respectivas frações metabólicas e hexânicas

Os valores médios da inibição de halos mensurados nos ensaios de difusão em disco, para os licores pirolenhosos integrais (LPIs) e suas respectivas frações metanólica (FMeOH) e hexânica (FHex), constam da Tabela 1 para a *E. coli*, e na Tabela 2 para *S. aureus*.

PRODUTOS	TEMPERATURA (°C)		
	250	350	550
LPI	6,8 A ^a	13,01 A ^b	13,67 A ^b
FMeOH	8,88 A ^a	14,68 A ^b	14,66 A ^b
FHex	4,73 A ^a	12,01 A ^b	0,33 B ^a

Médias com a mesma letra maiúscula no sentido vertical não diferem entre si, Teste Tukey, $p < 0.05$
Médias com a mesma letra minúscula no sentido horizontal não diferem entre si, Teste Tukey, $p < 0.01$
ANOVA Produtos (2, 31); $F = 21,84$, $p < 0.01$
ANOVA Temperaturas (2, 31); $F = 16,62$, $p < 0.01$

Tabela 1. Médias dos diâmetros do halo de inibição, em mm, obtidos no ensaio de difusão em disco com *E. coli*, para os licores pirolenhosos integrais (LPIs) e suas respectivas frações metanólica (FMeOH) e hexânica (FHex).

PRODUTOS	TEMPERATURA (°C)		
	250	350	550
LP	0,34 ^{A a}	6,9 ^{A b}	4,12 ^{A ab}
FMeOH	8,16 ^{B a}	11,37 ^{B ab}	14,83 ^{B b}
FHex	9,90 ^{B a}	9,21 ^{AB a}	4,41 ^{A b}

Médias com a mesma letra maiúscula no sentido vertical não diferem entre si, Teste Tukey, $p < 0.05$
Médias com a mesma letra minúscula no sentido horizontal não diferem entre si, Teste Tukey, $p < 0.05$
ANOVA Produtos (2, 31); $F = 28,38$, $p < 0.01$
ANOVA Temperaturas (2, 31); $F = 4,46$, $p < 0.05$

Tabela 2. Médias dos diâmetros do halo de inibição, em mm, obtidos no ensaio de difusão em disco com *S. aureus*, para os licores pirolenhosos integrais (LPIs) e suas respectivas frações metanólica (FMeOH) e hexânica (FHex).

Analisando os resultados da Tabela 1 observa-se que os licores pirolenhosos integrais, e suas frações, apresentam comportamento similar, em relação a bactéria *E. coli*, quando obtidos nas temperaturas de 250°C e 350°C; porém, a fração hexânica perde sua eficiência antimicrobiana quando proveniente da pirólise a 550°C. Resultado similar (perda da eficiência antimicrobiana) também é observado em relação à bactéria *S. aureus* (Tabela 2).

Esse comportamento é facilmente visualizado na Figura 2. Para os licores pirolenhosos avaliados, assim como suas respectivas frações, com exceção da fração metanólica em relação a *S. aureus*, tem-se uma tendência de redução na atividade microbiana quando a temperatura da pirólise passa de 350°C para 550°C.

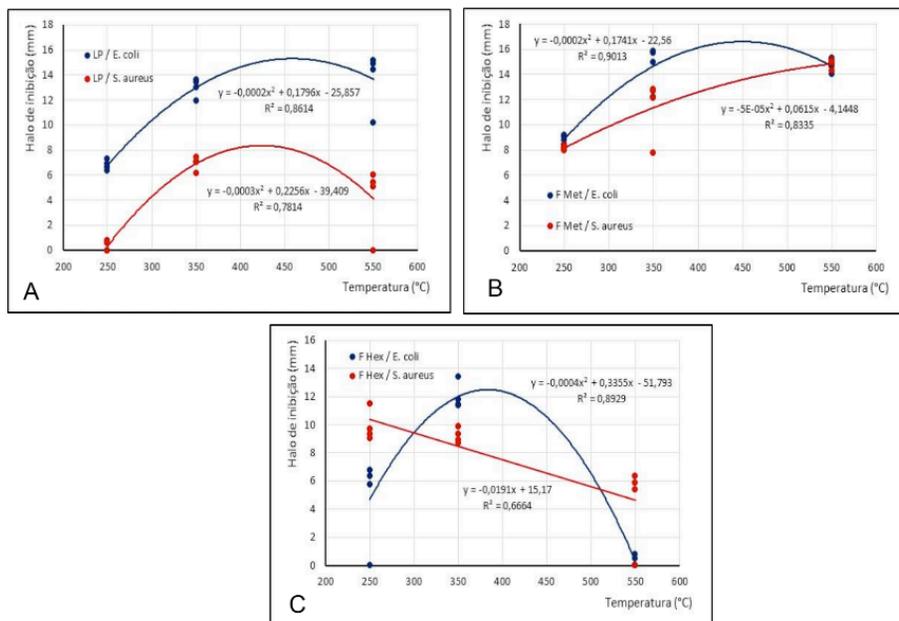


Figura 2. **A.** Relação da atividade antimicrobiana (halo de inibição) dos licores pirolenhos integrais (LPI) em relação as bactérias *E. coli* e *S. aureus* e em função da temperatura da pirólise. **B.** Relação da atividade antimicrobiana (halo de inibição) da fração metanólica dos licores pirolenhos (FMeOH) em relação às bactérias *E. coli* e *S. aureus* e em função da temperatura da pirólise. **C.** Relação da atividade antimicrobiana (halo de inibição) da fração hexânica dos licores pirolenhos (FHex) em relação às bactérias *E. coli* e *S. aureus* e em função da temperatura da pirólise.

4 I DISCUSSÃO

A estrutura de um vegetal arbóreo ou não, tem uma constituição lignocelulósica, devido à similaridade na composição básica de suas fibras: celulose (35-50%), hemicelulose (20-30%) e lignina (10-25%), além de minerais inorgânicos e extrativos orgânicos, como lipídios, proteínas, açúcares simples, amidos, glicosídeos, alcaloides, resinas, fenólicos e óleos essenciais (BALAT et al., 2009; CAI et al., 2017; SILVA NETO et al., 2015). Esta constituição química confere rigidez estrutural ao vegetal, seja este arbóreo ou não (SILVA NETO et al., 2015).

A função fisiológica dos metabólitos primários é essencial para os vegetais, contudo esses compostos não são explorados pelos métodos tradicionais de extração, isolamento e identificação quando são abordados os vegetais de grande porte; em função dos possíveis impactos ambientais relacionados à exploração da floresta e dificuldades na industrialização. Focando os resíduos industriais de processos já estabelecidos, tanto os descartes da indústria madeireira como a recuperação de subprodutos da pirólise, tem-se uma fonte pouco explorada e de

alto potencial para a pesquisa de compostos com atividade biológica (ALMEIDA, 2012; GALVÃO e JANKOWSKY, 1985; ITÔ e HINO, 2007; JANKOWSKY et al., 2017; MATHEW e ZAKARIA, 2014).

O principal fator que diferenciou as extrações dos compostos químicos nestes estudos com as espécies madeireira e não madeireira foi a temperatura.

No estudo do *M. peruferum* a metodologia foi mais tradicional em estudos de plantas medicinais, onde outras partes da planta são utilizadas (folhas, flores, frutos, entre outros) são submetidas a temperaturas inferiores a 60°C, visando a não degradação química dos potenciais compostos com perfil de atividade farmacológica. Entretanto, no estudo com bambu, as temperaturas foram acima de 150°C, o que supostamente teria degradado os compostos de interesse farmacológico, o que não foi observado nos resultados encontrados.

Os processos ou tratamentos térmicos conhecidos, que visam a transformação do material lignocelulósico, utilizam temperaturas sempre superiores a 150°C; e nos processos de carbonização a temperatura é ainda mais elevada, acima de 350°C. A complexidade química dessa matéria prima (celulose, hemiceluloses e lignina) favorece a formação de compostos secundários, originados pela decomposição térmica, os quais podem ser recuperados como subprodutos da pirólise. A temperatura utilizada na pirólise afetará a composição química específica desses subprodutos, ou seja, licores pirolenhosos obtidos a diferentes temperaturas terão composição química similar, porém diferentes entre si. Considera-se que a presença de compostos fenólicos e seus derivados seja o principal fator conferindo atividades antifúngica, antimicrobiana e antioxidante (BRAGE e SJÖSTRÖM, 1991; JANKOWSKY e LEPAGE, 1986; LOO; JAIN e DARA, 2008; SOUZA et al., 2018; THEAPPARAT; PONGLIMANONT e CHANDUMPAI, 2018; ZHAO et al., 2017).

Os processos fitoquímicos empregados para separar os compostos químicos presentes em vegetais madeireiros e não-madeireiros segue o princípio de afinidade por solventes orgânicos (NELSON e COX, 2002). A polaridade influencia diretamente na solubilidade dos compostos orgânicos. É correto associar que compostos polares são solúveis em água e compostos apolares são solúveis em óleo. Num processo de extração química a solubilidade define que compostos serão removidos de uma matriz, devido a uma maior afinidade pelo solvente orgânico do que pela matriz, originando extratos ou frações com separação química dos compostos presentes dessa matriz.

O trabalho avaliou o emprego das técnicas de separação fitoquímicas em dois diferentes materiais. O primeiro, proveniente de um resíduo madeireiro, o *M. peruferum*, e o segundo proveniente de um processo de aquecimento por pirólise da gramínea *D. asper*. Em particular, neste segundo caso, as elevadas temperaturas de pirólise promoveram degradação dos compostos químicos presentes no *D. asper*,

contudo os compostos secundários recuperados no licor pirolenhoso mantiveram sua atividade farmacológica.

Na avaliação da atividade antinociceptiva do EBD de *M. peruiiferum* o teste aferiu o tempo de reação do animal a um estímulo térmico, proporcionando uma detecção de analgésicos de ação central, como os opioide (RATES e BARROS, 1994). O EBD de *M. peruiiferum*, na dose de 1000 mg.kg⁻¹, apresentou uma resposta similar à da morfina (agente opioide utilizado como controle positivo na realização do teste). A ação antinociceptiva pode ser promovida através da depressão do SNC, a níveis do córtex e do hipocampo no SNC e não de atividade específica das vias nociceptivas.

Na pirólise a 550°C ocorre uma degradação maior da lignina presente no material lignocelulósico, ocorrendo também a liberação de alcatrão; o qual será recuperado junto com o licor pirolenhoso, podendo ser comprovado pelas alterações nas características organolépticas do licor. O alcatrão em si possui compostos orgânicos mais complexos, muitos dos quais possuem atividade antifúngica (LEPAGE et al., 1986), mas cujos efeitos em relação a outros microrganismos e ao ser humano ainda não são conhecidos.

Adicionalmente deve-se considerar que compostos presentes no licor pirolenhoso obtido a 350°C também podem sofrer alterações em suas moléculas quando expostos a temperatura de 550°C, alterando a composição química do licor recuperado e, conseqüentemente, a sua eficiência antimicrobiana.

A utilização de solventes orgânicos, seja na obtenção de extratos brutos ou fracionamentos, permitiu a separação fitoquímica básica dos materiais ensaiados; e pode-se considerar que o desenvolvimento desta linha de ação deverá envolver novas tecnologias para identificação das substâncias potencialmente ativas, passíveis de serem direcionadas para o desenvolvimento de medicamentos e cosméticos. Exemplo de tais tecnologias são cromatografia de alta performance, cromatografia gasosa, espectrometria de massas, microscopia eletrônica de varredura e transmissão, e nanotecnologia.

5 | CONCLUSÕES

Os resultados aqui apresentados permitem concluir que o extrato diclorometânico bruto, obtido de resíduos da madeira de *M. peruiiferum*, na dosagem de 1.000 mg.kg⁻¹, apresentou atividade antinociceptiva; tanto o licor pirolenhoso bruto de *D. asper*, obtido a 350°C, como suas respectivas frações metanólica e hexânica, inibiram o crescimento no teste de difusão de disco da bactéria *E. coli*, comprovando potencial ação antimicrobiana.

Com base nesses resultados pode-se inferir que a continuidade de P&D,

buscando isolar e identificar as substâncias presentes nos extratos, trará resultados promissores para aplicação nas indústrias química e farmacêutica; agregando benefícios, não só econômicos como também sociais e ambientais, ao uso sustentável dos recursos florestais e ao segmento da indústria de base florestal.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi conduzido com um suporte financeiro do Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais (IPEF), e suporte financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), concedido no processo número 2014/15760-3. A assistência técnica da Profa. Dra. Simone Possedente de Lira e do Prof. Dr. Luis Humberto Gomes, assim como do Felipe Gabriel Andrino e Alex Canale. Todo material madeireiro (cabreúva) e não madeireiro (bamboo) foram doados para pesquisa pela indústria Indusparquet Ltda e pela Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), respectivamente.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Padronização dos Testes de Sensibilidade a Antimicrobianos por Disco-difusão: Norma Aprovada – Oitava Edição.** Clinical and Laboratory Standards Institute - CLSI, v. 23, n. 1, p. 1–58, 2003.

ALMEIDA, R. **Potencial do licor pirolenhoso da madeira de eucalipto como agente conservante de cosméticos e saneantes.** [s.l.] Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo, 2012.

BALAT, M. et al. **Main routes for the thermo-conversion of biomass into fuels and chemicals. Part 1: Pyrolysis systems.** Energy Conversion and Management, v. 50, n. 12, p. 3147–3157, 2009.

BRAGE, C.; SJÖSTRÖM, K. **Separation of phenols and aromatic hydrocarbons from biomass tar using aminopropylsilane normal-phase liquid chromatography.** Journal of Chromatography A, v. 538, n. 2, p. 303–310, 1991.

BRASIL. **Lei da biodiversidade.** Brasil, 2015. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13123.htm>

BRITO, F. M. S. **Produção e avaliação da qualidade de painéis aglomerados constituídos por partículas de bagaço de cana-de-açúcar e bambu Piracicaba 2018.** [s.l.] Universidade de São Paulo - Usp, 2018.

CAI, J. et al. **Review of Physicochemical Properties and Analytical Characterization of Lignocellulosic Biomass.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 76, p. 309–322, 2017.

CALIXTO, J. B. **Twenty-five years of research on medicinal plants in Latin America: A personal view.** Journal of Ethnopharmacology, v. 100, n. 1–2, p. 131–134, 2005.

CHITRA JAIN; SHIVANI KHATANA; REKHA VIJAYVERGIA. **Bioactivity of secondary metabolites of various plants: A review.** International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research, v. 10, n. 2, p. 494–504, 2019.

COLYE, M. S. et al. **Manual of antimicrobial Susceptibility Testing.** (M. B. Coyle, Ed.) Journal of Experimental Psychology: General. **Anais...** American Society for Microbiology, 2005.

GALVÃO, A. P. M.; JANKOWSKY, I. P. **Secagem Racional de Madeira.** 1 ed ed. São Paulo: Nobel, 1985.

ITÔ, H.; HINO, T. **Dwarf bamboo as an ecological filter for forest regeneration.** Ecological Research, v. 22, n. 4, p. 706–711, 2007.

JANKOWSKY, I. P.; LEPAGE, E. S. **O creosoto de Eucalyptus spp como preservativo para madeiras.** IPEF, n. 33, p. 47–58, 1986.

JANKOWSKY, L. **Atividade farmacologica de extratos obtidos a partir de residuos madeiros.** [s.l.] Universidade Estadual de Campinas, 2005.

JANKOWSKY, L. et al. **Use of Solid Timber Waste as Potential Raw Material for Novel Herbal Drugs: Multidisciplinary Research, Development, and Innovation. Modern applications in Pharmacy & Pharmacology,** v. 1, n. 1, p. 1–5, 2017.

JANKOWSKY, L. **Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “ Luiz de Queiroz ” Avaliação do potencial antimicrobiano do licor pirolenhoso de Dendrocalamus Piracicaba 2019.** [s.l.] Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/ Universidade de São Paulo - ESALQ/USP, 2019.

LEPAGE, E. S. et al. **Manual de Preservação de Madeiras.** São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, 1986.

LOO, A. Y.; JAIN, K.; DARAH, I. **Antioxidant activity of compounds isolated from the pyrolygneous acid, Rhizophora apiculata.** Food Chemistry, v. 107, n. 3, p. 1151–1160, 2008.

MATHEW, S.; ZAKARIA, Z. A. **Pyrolygneous acid—the smoky acidic liquid from plant biomass.** Applied Microbiology and Biotechnology, v. 99, n. 2, p. 611–622, 2014.

MIKULIC, M. **Global Pharmaceutical Industry - Statistics & Facts.** Disponível em: <<https://www.statista.com/topics/1764/global-pharmaceutical-industry/>>. Acesso em: 9 jul. 2020.

MIKULIC, M. **Revenue of the worldwide pharmaceutical market from 2001 to 2019.** Disponível em: <<https://www.statista.com/statistics/263102/pharmaceutical-market-worldwide-revenue-since-2001/>>. Acesso em: 9 jul. 2020.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger princípios da bioquímica.** 3 ed. ed. São Paulo: Servier, 2002.

OSTROSKY, E. A. et al. **Métodos para avaliação da atividade antimicrobiana e determinação da concentração mínima inibitória (CMI) de plantas medicinais.** Brazilian Journal of Pharmacognosy, v. 18, n. 2, p. 301–307, 2008.

PEREIRA, M. A. DOS R.; BERALDO, A. L. **Bambu de corpo e alma**. 2. ed. Bauru, São Paulo: Canal6, 2016.

PEREIRA, R. et al. **Evaluation of the antimicrobial and antioxidant activity of 7-hydroxy-4', 6-dimethoxy-isoflavone and essential oil from Myroxylon peruiferum L.f.** Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 91, n. 2, p. e20180204, 2019.

RATES, S. M. K.; BARROS, H. M. T. **Modelos animais para a avaliação da dor : métodos para triagem de novos analgésicos**. Revista Brasileira Farmácia, v. 75, p. 31–34, 1994.

REYES, A. E. L. **Madeira de lei: cabreúva -Myroxylon peruiferum L.f.** Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/trilhas/lei/lei22.php>>. Acesso em: 9 jul. 2020.

SARTORI, Â. L. . **Myroxylon in Flora do Brasil 2020 under construction**. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/FichaPublica/TaxonUC/FichaPublica/TaxonUC.do?id=FB29797>>. Acesso em: 9 jul. 2020.

SILVA NETO, J. M. et al. **Potencial de Fibras Lignocelulósicas para a Produção de Etanol de Segunda Geração**. 5. Encontro Regional de Química e 4. Encontro Nacional de Química, v. 3, n. 1, p. 1038–1047, nov. 2015.

SOUZA, J. L. S. DE et al. **Antimicrobial potential of pyroligneous extracts – a systematic review and technological prospecting**. Brazilian Journal of Microbiology, v. 49, p. 128–139, 2018.

THEAPPARAT, Y.; PONGLIMANONT, C.; CHANDUMPAL, A. **In vitro Antioxidant Evaluation of Wood Vinegars from Carbonization of Wood and Bamboo**. v. 45, n. 2, p. 868–880, 2018.

TOMBOLATO, A. F. C.; GRECO, T. M.; PINTO, M. M. **Dez espécies de bambus exóticos mais comuns no paisagismo no Brasil**. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental, v. 18, n. 2, p. 105–114, 2012.

WEINSTEIN, M. P. et al. **Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing - ED28/2018**.

ZHAO, D. et al. **Intracellular antioxidant effect of vanillin, 4-methylguaiacol and 4-ethylguaiacol: Three components in Chinese Baijiu**. RSC Advances, v. 7, n. 73, p. 46395–46405, 2017.

A CONSTRUÇÃO DE DIRETRIZES CURRICULARES PARA EDUCAÇÃO INTERCULTURAL NO MUNICÍPIO DE CURAÇÁ – BA

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 07/07/2020

Anne Gabrielle da Silva Martins

Secretaria Municipal de Educação
Curaçá - BA

<http://lattes.cnpq.br/7481613169810306>

RESUMO: A formação continuada em educação escolar quilombola foi executada através da Secretaria Municipal de Educação do Município de Curaçá – BA, um processo construído coletivamente com as comunidades quilombolas do Município, a partir de reuniões com os profissionais das escolas quilombolas e lideranças das comunidades, como também profissionais de escolas não quilombolas, mas que recebem alunos oriundos dessas comunidades, elencando assim considerações para construção do plano de ação da formação. Com isso, pretende-se assegurar a formação específica para atuação desses profissionais nas escolas do município, para que assim ambas as escolas exerçam uma educação escolar considerando e respeitando as relações étnico raciais. É importante enfatizar que a formação é pensada a partir de uma educação intercultural, decolonial e inclusiva, que também é presente na educação quilombola, mas que perpassa pelas demais especificidades do contexto escolar. Para tanto, foram realizados seis encontros com carga horária total de cinquenta horas, perpassando por discussões mais subjetivas sobre as

realidades das comunidades, até o estudo da legislação referente a educação quilombola e para as relações étnico raciais, tendo como resultado da formação a construção de diretrizes para educação intercultural no Município. Para tanto, foi necessário ancorar-se nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs), dentre outros documentos que dão subsídio para construção dos currículos escolares estaduais e municipais. Essa experiência é também mais uma das formas de (re) existência dentro da conjuntura política do país. Pois, discutir e evidenciar os diferentes lugares de fala dentro de um processo de ensino e aprendizagem, realizar com os quilombolas e para os quilombolas, é resistir a um sistema opressor que ainda quer a população brasileira colonizada. Portanto, todo percurso da formação foi pensado a partir de uma perspectiva decolonial, para que as comunidades e escolas possam ressignificar suas realidades e dar sentido a suas práticas educativas.

PALAVRAS-CHAVE: Quilombola, plano de ação, comunidades rurais, escola, decolonial.

THE CONSTRUCTION OF CURRICULUM GUIDELINES FOR INTERCULTURAL EDUCATION IN THE MUNICIPALITY OF CURAÇÁ – BA

ABSTRACT: Continuing training in quilombola school education was carried out through the Municipal Education Secretariat of the Municipality of Curaçá - BA, a process built collectively with quilombola communities in the Municipality, through meetings with quilombola school professionals and community leaders, as well as professionals from non-quilombola

schools, but who receive students from these communities, thus listing considerations for building the training action plan. With this, it is intended to ensure specific training for the performance of these professionals in schools in the municipality, so that both schools exercise school education considering and respecting racial ethnic relations. It is important to emphasize that training is based on intercultural, decolonial and inclusive education, which is also present in quilombola education, but which permeates the other specificities of the school context. To this end, six meetings were held with a total workload of fifty hours, going through more subjective discussions about the realities of the communities, until the study of the legislation regarding quilombola education and for ethnic racial relations, resulting in the formation of the construction of guidelines for intercultural education in the municipality. For that, it was necessary to anchor in the National Curriculum Guidelines (DCNs), among other documents that provide subsidies for the construction of state and municipal school curricula. This experience is also one of the forms of (re) existence within the country's political context. For, to discuss and highlight the different places of speech within a process of teaching and learning, to perform with quilombolas and for quilombolas, is to resist an oppressive system that still wants the colonized Brazilian population. Therefore, the entire training path was thought from a decolonial perspective, so that communities and schools can reframe their realities and give meaning to their educational practices.

KEYWORDS: Quilombola, action plan, rural communities, school, decolonial.

1 | INTRODUÇÃO

A formação continuada para Educação Quilombola foi realizada entre os meses de março a dezembro de 2019 nas comunidades quilombolas rurais do Município de Curaçá, um território quilombola já demarcado e titulado composto por sete comunidades que se intitulam como: Caraíbas, Jatobá, Rompedor, Favela, Sombra da Quixaba, Primavera e Boqueirão, também o território da comunidade do Ferrete, ainda não demarcado, mas que se auto reconhece como quilombola.

É válido ressaltar a importância de enxergar as comunidades quilombolas como espaço de afirmação, ressignificação de suas culturas, (re) existência, e de quebra de paradigmas, assim como nos elucidam Candau e Oliveira (2010).

“Essa mudança de paradigma implica também a construção de uma base epistemológica “outra” para se pensar os currículos propostos pela nova legislação, ou seja, novos espaços epistemológicos, interculturais, críticos e uma pedagogia decolonial”.

Foi com esse pensamento que a formação foi construída e realizada dentro desses espaços, a partir de rodas de conversa, instrumentos de diagnóstico, até a construção do plano de ação colaborativo, desenhando esses novos espaços epistemológicos.

É imprescindível evidenciar que com os passar dos anos muito já se foi discutido e avançado em relação a humanização da educação e de um currículo que

tenha representatividade a todas as diferenças existentes na sociedade brasileira. Entretanto, ainda se faz necessária a continua discussão e construção de políticas que viabilizem a história dos povos brasileiros na atualidade, inclusive porque as leis que ancoram essa educação estão postas nos documentos, mas existe uma grande relutância de colocá-las em prática, para tanto, se faz importante pensar uma pedagogia decolonial.

Desse modo, é fundamental ressaltar como nos diz Candau e Oliveira (2010, p. 19) que “trata-se de ampliar o foco dos currículos para o reconhecimento da diferença. Mais do que uma inclusão de determinadas temáticas, supõe repensar enfoques, relações e procedimentos em uma perspectiva nova”. Pode-se dizer que uma perspectiva intercultural, que pensa o espaço de conquista e poder do “outro”, o espaço de ser “outro”, de fazer diferente, de ressignificar histórias e construir currículos que pertençam também a identidades quilombolas, a corpos negros de antes e de agora.

2 | DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA

A experiência com a formação continuada em educação quilombola pôde reafirmar a importância de estar dentro dos territórios construindo coletivamente uma prática com mais significado dentro das escolas, possibilitando ao aluno aprender a partir de sua realidade, tanto nos territórios quilombolas, quanto nas escolas da Sede do Município em que os alunos quilombolas também estudam.

A princípio para elaboração do plano de formação, a Secretaria de Educação a partir dos núcleos de Educação Inclusiva e Educação do Campo traçou algumas ações a serem realizadas, descritas a seguir:

- Momento de escuta dentro das comunidades quilombolas, realizando rodas de conversa com as lideranças e toda equipe escolar junto a Superintendência Pedagógica, Núcleo de Educação Inclusiva e Educação do Campo. Enfatizando sempre a importância da construção coletiva;
- Escolha do formador/mediador, com experiência e formação na área, o professor Me. Roberto Remígio Florêncio;
- Momento de conversa com as quatro escolas da Sede do Município que participaram dessa formação continuada, entendendo que as escolas estaduais fazem parte do município e que os alunos circulam nas duas redes de ensino, é que essas foram convidadas a colaborar com a formação.
- Apresentação da proposta de formação ao Conselho Municipal de Educação – CME;

- Seleção e estudo dos materiais pedagógicos a serem utilizados na formação;
- Concluir a formação com a construção colaborativa do documento das diretrizes municipais para educação intercultural no Município de Curaçá.

Foi realizado durante os encontros, estudos e diálogos a partir de diversas experiências das próprias escolas e comunidades quilombolas, assim como embasamento para discussões a partir dos estudos sobre educação intercultural e decolonial, currículo e diversidade étnico racial, narrativas quilombolas para formação de professores, as leis 10.639/03 e 11.645/08, revisão dos projetos político pedagógicos e outras discussões de cada realidade que estava posta a partir dos espaços de vivencia.

Os encontros da formação continuada em educação escolar quilombola na Comunidade de Nova Jatobá podem ser verificada nas Figuras 1 e 2.



Figura 1. Formação Continuada em Educação Escolar Quilombola. Nova Jatobá – Curaçá BA.

Fonte: Secretaria de Educação de Curaçá.



Figura 2. Formação Continuada em Educação Escolar Quilombola. Nova Jatobá – Curaçá BA.

Fonte: Secretaria de Educação de Curaçá.

3 | RESULTADOS

Como todo planejamento é flexível, a formação foi realizada durante os meses de Março a Dezembro com algumas mudanças nos encontros, mas sempre tendo em vista o material que estava sendo proposto de construir e que o Município claramente precisa para continuar oferecendo uma educação de qualidade que atenda as diferentes realidades.

O Objetivo de apoiar a implementação das diretrizes curriculares nacionais e construir as diretrizes municipais foi alcançado, com a ação colaborativa da diversidade presente foi construído o documento que está na responsabilidade da Secretaria Municipal de Educação e escolas municipais de apropriarem-se e colocarem em prática, a princípio dentro dos seus currículos e posteriormente na sala de aula, pensando a prática pedagógica do professor, a partir de, e colaborando junto aos alunos com aprendizagens com mais representatividade, buscando assim novas perspectivas, pensando o currículo como Elucida Silva (2010).

“O currículo, como espaço de significação, está estreitamente vinculado ao processo de formação de identidades sociais. [...] o currículo também produz e organiza identidades culturais, de gênero, identidades raciais, sexuais... Dessa perspectiva, o currículo não pode ser visto simplesmente como um espaço de transmissão de conhecimento. O currículo está centralmente envolvido naquilo que somos, naquilo que nos tornamos, naquilo que nos tornaremos. O currículo produz, o currículo nos produz” (MOREIRA; SANTANA e SANTANA. 2012. p.4)

Para tanto, como nos diz Silva (2010), a formação a partir das diferentes realidades possibilita também a construção desse currículo plural, evidenciando quem são e as infinitas possibilidades de quem os nossos alunos pretendem ser, se tornar.

É importante ainda dizer que as comunidades quilombolas do município precisam discutir mais suas realidades, o processo de afirmação dentro desses espaços, principalmente dos mais jovens. O que pode servir para elaboração por parte do Município de oficinas nas comunidades, sobre identidade, cultura, pertencimento, o território como espaço material e também simbólico, a legislação quilombola, entre outros temas.

Entretanto, é necessário frisar que, segundo as lideranças das comunidades e também diversos profissionais das escolas, ainda não tinham participado coletivamente de um processo de construção e execução de uma formação continuada dentro de suas comunidades.

REFERÊNCIAS

CANDAU, V. M. F.; OLIVEIRA, L. F. de. **Pedagogia Decolonial e Educação Antirracista e Intercultural no Brasil**. Belo Horizonte, v.26, n.1. Abril 2010. Educação em Revista.

MOREIRA, M. A. SANTANA, J.V.J. SANTANA.M. **Currículo, Diversidade étnico-racial e Interculturalidade: Algumas Proposições**. Ano 2. n6. Junho de 2012. Educação, Gestão e Sociedade: Revista da faculdade Eça de Queiroz. ISSN 2179-9636.

FUNDAMENTOS DE UMA METODOLOGIA PARTICIPATIVA PARA VALIDAÇÃO E ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DA EMBRAPA

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 06/07/2020

Joanne Régis Costa

Embrapa Amazônia Ocidental
Manaus-AM

<http://lattes.cnpq.br/3474223741879939>

José Edison Carvalho Soares

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia (IFAM)
Manaus-AM

<http://lattes.cnpq.br/1563818652139570>

Adriana Moraes da Silva

Senar
Manaus-AM

<http://lattes.cnpq.br/7589376587736375>

RESUMO: Ao desenvolver projetos com os agricultores, é essencial o uso de ferramentas que possam apoiar a construção de uma sólida base de conhecimentos para tomada de decisões, a fim de melhorar as condições socioeconômicas e promover serviços ambientais. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi apresentar uma metodologia participativa direcionada para a validação e adoção de tecnologias. O processo metodológico proposto apresenta as seguintes etapas: (i) diagnóstico; (ii) planejamento estratégico, tático e operacional; (iii) implementação e monitoramento (iv) capacitação; (v) avaliação; (vi) sistematização e (vii) publicização. Os diagnósticos são realizados em escala de comunidade e de propriedade

agrícola, buscando entender a realidade local e fornecer informações para elaborar propostas de diversificação de alimentos, geração de renda e recuperação de áreas degradadas. A família escolhe uma atividade produtiva como o carro-chefe da propriedade, na qual são dedicados esforços para alcançar maiores impactos na geração de renda. Os aspectos sociais incluem saúde da família, segurança e proteção alimentar, formação ou fortalecimento de associações e cooperativas, a fim de reforçar a solidariedade, reivindicar melhorias na infraestrutura, desenvolver trabalho cooperativo, produzir e comercializar coletivamente e obter maior eficiência no uso de recursos. São realizados cursos, palestras, visitas técnicas, rodas de conversas etc., quando são abordados vários tópicos, com diferentes formas de interação. Adicionalmente, para avaliar a adoção de tecnologias, é aplicado o Sistema Ambitec-Agro que consiste em módulos integrados de indicadores ambientais e socioeconômicos multicritério. As metodologias participativas são essenciais para o sucesso das atividades de pesquisa e transferência de tecnologia com os agricultores familiares. Sua implementação requer a devida consideração da natureza multidimensional da sustentabilidade e o reconhecimento das múltiplas expressões de vulnerabilidade social, o que aumenta a complexidade e transcende as esferas de desenvolvimento “economicistas”.

PALAVRAS-CHAVE: Procedimentos metodológicos, alimentação, agricultura sustentável, floresta.

FUNDAMENTALS OF A PARTICIPATORY METHODOLOGY FOR EMBRAPA'S TECHNOLOGY VALIDATION AND ADOPTION

ABSTRACT: When developing projects with farmers, it is essential to use tools that can support the construction of a sound decision-making knowledge base, as to improve socioeconomic conditions and promote environmental services. In this sense, the objective of this study is to present the foundations of a participatory methodology directed to the validation and adoption of technologies. The proposed methodological process is taking into consideration: (i) diagnostics; (ii) strategic, tactical and operational planning; (iii) implementation and (iv) training; (v) evaluation (vi) systematization and (vii) publicization. Diagnostics are carried out on the community and on the farmstead scales, seeking to understand the local reality and to provide information to devise proposals for food diversification, income generation and reclamation of degraded areas. The family chooses a productive activity to be the flagship of the farm, in which efforts are dedicated in order to reach greater impacts on income generation. Social aspects include family health, food safety and security, formation or strengthening of associations and cooperatives, in order to reinforce solidarity, claim infrastructure improvements, develop cooperative work, collectively produce and trade, and achieve greater efficiency in the use of resources. Non-formal education contributes to the development of skills and technical competence, by providing elements for farmers' autonomous decisions on their establishments. In this sense, courses, lectures, technical visits, conversation circles, etc. are held, when various topics are addressed, with different forms of interaction. In what concerns the environmental management, measures are adopted to comply with related legislation, considering special areas such as Mandatory Protection Areas (APP) and Legal Reserve, as well as Areas of Restricted Use. In each activity, periodic evaluations are carried out and, throughout the process, adjustments are promoted in accordance with current requirements. To appraise the adoption of technologies, the 'System for Environmental Impact Assessment of Agricultural Technology Innovations' (Ambitec-Agro) is applied, which consists of integrated modules of multicriteria environmental and socioeconomic indicators. Participatory methodologies are essential to the success of research and technology transfer activities with family farmers. Their implementation necessitates due consideration of the multidimensional nature of sustainability and the recognition of the multiple expressions of social vulnerability, which increases the complexity and transcends the 'economicist' spheres of development.

KEYWORDS: Methodological procedures, food, sustainable agriculture, forest.

1 | INTRODUÇÃO

A intensa pressão sobre os recursos naturais tem resultado na perda de biodiversidade, no aumento da degradação e especialmente na diminuição da disponibilidade de água doce para consumo.

Adicionalmente, a pobreza continua e atinge cerca de 50 milhões de brasileiros, o que corresponde a 25,4% da população, sendo a região nordeste

a que apresenta o maior índice de pobreza (43,5%). Os estados do Maranhão (52,4%), Amazonas (49,2%) e Alagoas (47,4%) possuem os maiores percentuais da população pobre brasileira (IBGE, 2015).

A pobreza fragiliza indivíduos, famílias e comunidades e aumenta os impactos ambientais negativos. Para superá-la são necessárias políticas públicas multissetoriais como a universalização do acesso aos serviços de saúde, o acesso à educação integral, o estímulo à criação de organizações de economia solidária, grupos comunitários de produção, fundos solidários e o desenvolvimento de tecnologias sociais. Entretanto, a efetividade dessas políticas pressupõe o acesso à vida social. Assim entendemos que, para a erradicação da pobreza extrema ou para a sua redução, é essencial a inclusão social de um expressivo contingente populacional, reconhecendo seu direito à autonomia econômica e cultural (WANDELLI et al., 2018).

Nesse contexto, faz-se urgente a validação e adoção de estratégias inovadoras para mudanças dessa realidade. Ao desenvolver projetos com os famílias de agricultores pobres, é essencial o uso de ferramentas que possam auxiliar a tomada de decisões, a fim de melhorar suas condições socioeconômicas e promover serviços ambientais.

Nesse sentido, são apresentados neste trabalho os procedimentos metodológicos aplicados em projetos participativos da Embrapa, com suas estratégias, instrumentos e fundamentos com vistas à construção de alternativas exitosas ‘para’ e ‘com’ famílias assentadas que encontram-se em vulnerabilidade social.

A experiência resulta de ações vinculadas ao projeto “Inovação em restauração florestal e recuperação de áreas degradadas: ações integradas, coletivas e de construção de conhecimento para a melhoria socioambiental da agricultura familiar no Bioma Amazônia (Inovaflores)” financiado pelo Fundo Amazônia (BNDES/Embrapa) e ao projeto “Gestão ambiental de pequenas propriedades agrícolas na APA Tarumã-Açu/Tarumã-Mirim” financiado pela Embrapa.

2 I PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1 Aspectos gerais

Ao aplicar a metodologia apresentada aqui, o objetivo maior é construir Unidades de Referência de Adequação Agroambiental, ou seja, propriedades agrícolas sustentáveis, bem gerenciadas, onde são validados conhecimentos e tecnologias da Embrapa.

A propriedade rural é o lar e o negócio da família, onde o agricultor (a) é

o tomador de decisões e pode levar ao sucesso ou ao fracasso da propriedade. Logo, os negócios agropecuários exigem comportamentos mais empreendedores dos agricultores. Nesse sentido, busca-se desenvolver ações visando gerar renda, ampliar a eficiência e a produtividade, a partir de negócios de produtos da sociobiodiversidade e da agricultura familiar.

As ações são implementadas com a participação da família, tanto do homem como da mulher. Assim, utilizam-se mecanismos que incentivam essa participação, tais como: considerar os planos e interesses das famílias, valorizar suas opiniões e experiências, realizar entrevistas semiestruturadas, conversas informais, visitas e travessias nas propriedades, rodas de conversa, oficinas participativas, reuniões com a liderança e com a comunidade.

A equipe de técnicos busca estar familiarizada com o conteúdo (métodos participativos, formas de abordagem, aplicação prática), para garantir essa participação e evitar manipulações, pois o agricultor não é um mero executor das atividades e, dessa forma, favorecer a construção de um projeto coletivo, incentivando uma postura ativa e autônoma dos agricultores (COSTA et al., 2012).

Considera-se que numa percepção construtivista, os seres humanos são autores de suas próprias ações e o desenvolvimento é primeiramente um processo de aprendizado, requerendo diálogo e consciência crítica (PINHEIRO, 1995).

A participação feminina é valorizada, pois elas são agentes ativos de processos de mudança, são promotoras dinâmicas de transformações sociais que podem alterar suas vidas e a dos homens. O resultado da participação feminina não é apenas a geração de renda, mas também a provisão dos benefícios sociais decorrentes. Assim, a participação das mulheres é tanto uma recompensa em si (com a redução associada do viés contra o sexo feminino na tomada de decisões familiares) como uma grande influência para a mudança social em geral (SEN, 2000).

Ao atuar diretamente com agricultores, a presente metodologia considerada principalmente as 3 dimensões (econômica, ambiental e social) da sustentabilidade como requisitos fundamentais para a qualidade de vida.

A propriedade é trabalhada como um todo, o que remete às alternativas diferentes em objetivos, superfície, composição, arranjo e manejo, eficazes e eficientes para melhorar a qualidade de vida da família rural. Assim, são construídas, especialmente, propostas para: diversificação alimentar, geração de renda (carro-chefe da propriedade) e recuperação de áreas degradadas.

2.2 Mecanismos de gestão da propriedade agrícola

A introdução de mecanismos de gestão não é tarefa fácil. Há uma certa resistência da família para fazer o planejamento e o controle das atividades, sendo

necessário um convencimento de que quanto melhor for o gerenciamento da propriedade, melhores serão os resultados e benefícios alcançados.

Para um processo decisório eficaz, é importante realizar um bom diagnóstico, chamado aqui de 'Diagnóstico Agroambiental', o qual é feito tanto em escala de comunidade como em escala de propriedade agrícola. O Diagnóstico Rural Participativo (DRP) (Buarque, 2002) e o Diagnóstico & Desenho do ICRAF (RAINTREE, 1987) foram instrumentos adaptados para compreender o contexto político, econômico e ambiental, a organização sociocultural, a produção (tipos de cultivos, relações de produção, processos de trabalho), entre outras informações.

Procura-se conhecer a propriedade identificando as áreas de uso e todo seu detalhamento, Área de Preservação Permanente (APP), Reserva Legal (RL), AUR (Área de Uso Restrito); recursos hídricos; solos; problemas e potenciais etc.

São utilizadas informações do CAR (Cadastro Ambiental Rural) e de imagens coletadas do Google Earth e via drone, considerando a escala da propriedade.

Na dimensão ambiental, uma propriedade agrícola sem um índice mínimo de cobertura com floresta nativa e sem recursos hídricos preservados não pode ser considerada sustentável. As APPs e RLs contribuem para manter a produtividade agrícola, influenciam direta e indiretamente na proteção da água e do solo, na manutenção de abrigo para agentes polinizadores etc.

Na gestão econômico-financeira, identifica-se um carro-chefe para cada propriedade. Maiores esforços passam a se concentrar nessa atividade que terá maior impacto na geração de renda, na sustentação da família e do negócio a longo prazo. Busca-se analisar o retorno que a família obtém de suas atividades agrícolas e não agrícolas, gastos com compra de alimentos, a estrutura de comercialização, produtos comercializados, nível de endividamento etc.

Na dimensão social, identifica-se as atividades agrícolas e não agrícolas em que a família está envolvida, as relações com o meio externo, incluindo a necessidade ou não de compra de insumos, o recebimento de ajuda alimentar e outros benefícios, a forma de organização da produção e do processo de comercialização, a escolaridade e a participação em eventos que promovam capacitação técnica. Adicionalmente, analisa-se a forma de gestão da propriedade, o acesso da família às informações de modo geral, a participação em associações, cooperativas e outros grupos, a busca por parceria com outras instituições e reivindicações de direitos junto ao poder público.

A fase de Planejamento das ações decorre da análise de cada situação revelada pelo Diagnóstico Agroambiental e é o momento da análise de alternativas, das melhores opções a serem implementadas em cada propriedade agrícola.

O Planejamento Estratégico (PE) visa objetivos de longo prazo a fim de obter um nível de otimização na relação da propriedade com o seu ambiente”

(OLIVEIRA,1991), “integrando recursos, capacidades e potencialidades” (SOUZA et al. ,1995).

O Planejamento Tático abrange cada unidade da propriedade e tem como características as ações a médio prazo e o uso de recursos específicos para otimizar determinada área de resultado (OLIVEIRA, 1991), trabalhando com os objetivos e desafios estabelecidos no PE (SOUZA et al., 1995).

O Planejamento Operacional “geralmente de curto e médio prazos e se refere a quais as tarefas a serem executadas, como executá-las e quem as executará” (SOUZA et al., 1995).

A fase de ‘Implementação’ das atividades é realizada de forma paulatina pela família com o apoio da equipe de técnicos, seguindo um cronograma para ‘Monitoramento’ das atividades. Ao longo do processo, pode ser necessária a realização de alterações, em conformidade com as exigências do momento. São construídas alternativas como: produção de hortaliças, consórcio de frutíferas, sistemas agroflorestais e PANCs (Plantas Alimentícias Não Convencionais), enriquecimento de capoeiras com castanha do Brasil, recuperação da Reserva Legal com consórcios florestais, entre outras.

Todos os plantios são realizados em áreas desmatadas. São adotadas medidas para cumprir a legislação, considerando áreas especiais como Áreas de Proteção Permanente (APP) e Reserva Legal, além de Áreas de Uso Restrito. A definição dos modelos de recuperação varia em função da escolha da família, do grau de degradação da área e da disponibilidade de mudas. A recuperação dependerá do histórico de uso, das ações escolhidas para a recuperação e de um monitoramento mais intensivo, que possibilite um maior controle das atividades planejadas. O monitoramento da recuperação dessas áreas é fundamental para verificar se existem evidências de baixo potencial de sustentabilidade, se as ações estão sendo executadas adequadamente, crucial para o ajustamento de conduta, buscando evitar desperdícios de recursos.

A fase de ‘Capacitação’ permeia todo o projeto, uma vez que “somente conhecendo as tecnologias e tendo a oportunidade de adotá-las os agricultores podem visualizar novos nichos de mercados adequados às suas características”. Assim, investimentos em educação são a base de toda mudança tecnológica (SIMÕES e PELEGRINI, 2013; IPEA, 2012).

Nesse sentido, são realizados encontros entre equipe e agricultores e técnicos mediante oficinas, rodas de conversa, palestras, cursos para troca de conhecimentos e experiências como modelo de inovação social, a fim de construir mudanças sólidas.

Os temas são ligados às cadeias produtivas da sociobiodiversidade e da agricultura familiar e outros correlacionados como regularização ambiental da

propriedade, alternativas de recomposição florestal, alternativas para as queimadas agrícolas, e, dessa forma, buscar a qualificação técnica, o desenvolvimento de habilidades e garantir a sustentabilidade do projeto.

Na fase de 'Avaliação', utiliza-se o método Sistema de 'Avaliação de impactos de inovações tecnológicas agropecuárias' (RODRIGUES et al., 2019).

O Ambitec-Agro envolve três etapas: a primeira, refere-se ao processo de levantamento e coleta de dados gerais sobre a tecnologia e a cultura à qual ela se aplica, desde a obtenção de dados sobre o alcance da tecnologia (abrangência e influência), a delimitação da área geográfica e do universo de produtores adotantes da tecnologia, e a definição da amostra de produtores.

A segunda etapa trata da aplicação dos questionários em entrevistas individuais com os produtores selecionados e inserção dos dados sobre os indicadores de impacto nas planilhas eletrônicas componentes do sistema, obtendo-se os resultados quantitativos dos impactos e os índices parciais de impacto ambiental da tecnologia selecionada. E a terceira e última etapa consiste da interpretação desses índices e indicação de alternativas de manejo e de tecnologias que permitam minimizar os impactos negativos e potencializar os impactos positivos, contribuindo para o desenvolvimento local sustentável.

O conjunto de planilhas eletrônicas (em plataforma MS-Excel) permite a consideração de quatro aspectos de contribuição de uma dada inovação tecnológica para melhoria ambiental na produção agropecuária, quais sejam, Alcance, Eficiência, Conservação e Recuperação Ambiental. Cada um destes aspectos é composto por um conjunto de indicadores organizados em matrizes de ponderação automatizadas, nas quais os componentes dos indicadores são valorados com coeficientes de alteração, conforme conhecimento pessoal do produtor adotante da tecnologia. O método apresenta simplicidade e praticidade que permitem o entendimento e a participação dos agricultores receptores da nova tecnologia adotada e vem sendo utilizado como um indicador para a tomada de decisões sobre a viabilidade de recomendações de inovações tecnológicas (RODRIGUES et al., 2010; RODRIGUES et al., 2003; RODRIGUES et al., 2000).

A fase de 'Sistematização' visa identificar as lições aprendidas e os conhecimentos gerados, seguindo-se as etapas abaixo, conforme Bonfim (2006):

1. Definição do objetivo e formulação das perguntas que pretendemos responder com a sistematização;
2. Descrição da intervenção: reescrever de forma ordenada a experiência a sistematizar, ações, agentes e resultados. Haverá uma reconstrução e ordenamento de dados e testemunhos sobre a base de categorias e premissas estabelecidas;

3. Fatores e tirar conclusões: consiste numa análise dos aspectos da experiência, assinalando relações causais entre os mesmos, interpretando os dados e obtendo conclusões;
4. Aprendizagens: reflexões sobre a experiência e as conclusões tratando de assinalar, compreender e explicar aquilo que nos ensina;
5. Redação do documento final;

A fase de ‘Publicização’ também permeia todo o projeto e é realizada para divulgação das ações, conhecimentos acumulados, lições aprendidas, bem como os resultados alcançados. Assim, são construídos diferentes produtos de comunicação, como: matérias para a mídia impressa e digital, releases, cobertura fotográfica, além de cartilhas com informações práticas sobre as tecnologias em processo de validação, artigos científicos, resumos, documentos técnicos etc.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As metodologias participativas são essenciais para o sucesso das atividades de pesquisa e transferência de tecnologia, pois é fundamental que o agricultor (a) seja um (a) agente ativo no processo de validação e adoção de tecnologias, construindo iniciativas para o desenvolvimento local. Sua implementação requer uma visão mais abrangente e o reconhecimento das diferentes formas de expressões da vulnerabilidade social, o que aumenta as relações de interdependência e supera o desenvolvimento “economicista”.

A metodologia apresentada visa à tomada de decisões coerentes e gestão adequada da propriedade agrícola, fundamentais para atingir os resultados almejados pela família.

É fundamental compreender que a sustentabilidade não está relacionada somente à proteção dos recursos naturais, mas também aos interesses, planos e às condições de vida das famílias. O intuito é colaborar com mudanças sólidas, gerar competência técnica e outras formas de reações às condições de crise atuais.

REFERÊNCIAS

BONFIM, V. R. **Conflitos, participação de lições de aprendidas na criação do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), MG.** Tese de doutorado – UFV, Viçosa, 2006.

BUARQUE, S. **Construindo o desenvolvimento local sustentável.** Rio de Janeiro: Garamond. 2002.

COSTA, J.R.; SOARES, J.E.C.; SILVA, A.M. **Projeto Tarumã Vida: uma outra Amazônia é possível.** In: Boas práticas em educação ambiental na agricultura familiar: exemplos de ações educativas e práticas sustentáveis no campo brasileiro. CHAVES, A.M. e CAMPOS, A.L.T. Brasília: MMA, Departamento de Educação Ambiental, 2012. 244p.

IBGE, 2015. **Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. (IBGE. Estudos e pesquisas. Informação demográfica e socioeconômica, 35). Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95011.pdf>>. Acesso em 20 jun. 2020.

IPEA. **Sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira: impactos, políticas públicas e desafios**. Texto para discussão 1782. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília: Rio de Janeiro: Ipea, 2012. 52p.

OLIVEIRA, D. P. R. **Estratégia empresarial: uma abordagem empreendedora**. 2. rev. e atual. São Paulo: Atlas, 1991.

RAINTREE, J. B. **D & D user's manual: an introduction to agroforestry diagnosis and design**. Nairobi: ICRAF, 1987. 110 p.

RODRIGUES, G.S.; COSTA, J.R.; MARTINS, G.C. **Análise do desempenho socioambiental de propriedade agrícola na zona rural de Manaus, AM**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2019. 25 p.

RODRIGUES, G.S.; BUSCHINELLI, C.C.A.; AVILA, A.F. **An Environmental Impact Assessment System for Agricultural Research and Development II: Institutional Learning Experience at Embrapa**. Journal of Technology Management & Innovation, v.5, n.4. 2010.

RODRIGUES, G.S.; CAMPANHOLA, C. **Sistema integrado de avaliação de impacto ambiental aplicado a atividades do Novo Rural**. Pesq. agropec. bras., v.38, n.4, p.445-451. 2003.

RODRIGUES, G.S.; BUSCHINELLI, C.C. de A.; IRIAS, L.J.M.; LIGO, M.A.V. **Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisa II: avaliação da formulação de projetos**. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna. Boletim de Pesquisa 10. 2000.

SEN, Amartya. **Desenvolvimento como liberdade**. São Paulo: Editora Companhia das Letras, 2000.

SIMÕES, J.C. e PELEGRINI, D.F. **A prospecção de demandas como estratégia inovadora para transferência de tecnologia como foco no desenvolvimento rural sustentável**. In: BALSADI, Otavio Valentim et al (Ed.). Transferência de tecnologia e construção do conhecimento. Brasília: Embrapa, 2013. p. 57-63.

SOUZA, M. C.A., BACIC, M.J. **A importância do planejamento estratégico para redução do desperdício potencial**. In: Seminário: Gerenciamento versus desperdício. Anais... São Paulo: Instituto de Engenharia de São Paulo, 1995. p. 33-44.

WANDELLI, E.V.; ABREU, L.S.; TAVARES, E.D. e SIQUEIRA, E.R. **Os desafios para um país sem pobreza**. In: Erradicação da pobreza: contribuições da Embrapa / Patrícia da Costa ... [et al.], editores técnicos. – Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SOBRE O ORGANIZADOR

JÚLIO CÉSAR RIBEIRO - Doutor em Agronomia (Ciência do Solo) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ); Mestre em Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal Fluminense (UFF); Engenheiro-Agrônomo pela Universidade de Taubaté-SP (UNITAU); Técnico Agrícola pelo Centro Educacional Limassis (Fundação ROGE). Possui experiência na área de Agronomia com ênfase em ciclagem de nutrientes, nutrição mineral de plantas, cultivos em sistemas hidropônicos, fertilidade e poluição do solo, e tecnologia ambiental voltada para o aproveitamento de resíduos da indústria de energia na agricultura. E-mail para contato: jcragronomo@gmail.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adubação orgânica 53, 54, 55, 56, 59

Agricultura 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 15, 16, 19, 21, 22, 23, 25, 43, 46, 55, 78, 80, 82, 97, 106, 107, 108, 110, 119, 120, 121, 130, 131, 149, 150, 185, 191, 193, 227, 237, 238, 246, 248, 249, 251, 253, 255

Agricultura familiar 1, 2, 3, 6, 7, 11, 12, 13, 46, 108, 110, 119, 120, 121, 130, 131, 248, 249, 251, 253

Agroecologia 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 60

Agropecuária 1, 5, 24, 25, 34, 45, 60, 68, 79, 93, 96, 97, 100, 101, 102, 104, 105, 120, 143, 149, 150, 252, 254

Alimentação 6, 46, 52, 62, 96, 173, 174, 189, 246

Aves 9, 10, 42, 158, 168, 169, 170

B

Bacia leiteira 184, 185, 189

Biodegradável 134

Biomassa 54, 55, 57, 58, 59, 211, 213, 216, 221, 224

Biotecnologia 23, 24, 93, 94, 96, 97, 98, 102, 105, 106

C

Cabras 145, 146, 149, 150

Caprinocultura 145, 146

Caracterização química 208

Citricultura 27, 28

Cobertura 48, 55, 83, 85, 194, 195, 198, 250, 253

Controle biológico 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 28, 33

Controle microbiano 23, 27

Cooperativa 5, 108, 109, 110, 121, 122, 125, 126, 127, 129

D

Defeitos 200, 201, 204, 205

Dimensionamento de equipamentos 35, 36

E

Eficiência 18, 22, 26, 28, 32, 33, 66, 81, 83, 108, 115, 118, 119, 128, 129, 216, 217, 224, 233, 236, 246, 249, 252

Embalagem 142

Energia 12, 43, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 134, 185, 208, 216, 217, 222, 224, 225, 255

Esterco bovino 54, 56, 57, 59, 60

Eventos extremos 71, 184

Exportação 19, 93, 94, 95, 100, 101, 102, 104, 105

F

Fauna acompanhante 172, 174, 175

Floresta 9, 10, 86, 91, 207, 211, 212, 213, 224, 225, 226, 234, 246, 250

Florestas 13, 68, 83, 92, 201, 224, 225

Fungos entomopatogênicos 15, 20, 23, 24

G

Genótipos 53, 54, 55, 57, 58, 59, 61, 62, 63, 64, 65, 66

Grãos 18, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 85, 87, 147

H

Hidrolisados 172, 174, 175, 179

I

Inseticida biológico 15, 23, 32

L

Legislação 19, 93, 96, 119, 145, 149, 240, 241, 245, 251

Leite 23, 134, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 183, 184, 187, 189, 191, 192

Lignina 208, 210, 211, 212, 213, 217, 234, 235, 236

M

Madeira 39, 194, 195, 196, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 225, 226, 229, 236, 237, 238, 239

Microbiologia 145, 231

Mudanças climáticas 185, 192, 193

P

Parâmetros genéticos 61, 63, 65, 66, 67, 68

Pólen 81, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90

Polinização 81, 82, 83, 87, 88

Precipitação 56, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 89, 183, 184, 185, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193

Propriedade intelectual 93, 94, 95, 96, 104, 106

Propriedades físicas 37, 39, 40, 41, 194, 200, 201, 203, 204, 206, 207

Q

Queijo 145, 146, 147, 148, 149, 150

R

Raízes 17, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51

Rendimento 45, 46, 47, 49, 50, 51, 145, 147, 148, 211

Resíduos 15, 19, 22, 65, 133, 172, 174, 179, 208, 209, 211, 212, 213, 214, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 234, 236, 255

Retratibilidade 200

S

Sementes 3, 4, 10, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 83, 102, 103, 120

Séries temporais 69, 77, 188, 192

Sistema intensivo 145

Solubilidade 133, 137, 139, 140, 141, 235

Sustentabilidade 1, 8, 9, 55, 134, 194, 229, 246, 249, 251, 252, 253, 254

T

Tecnologia 2, 3, 4, 35, 42, 43, 94, 95, 106, 108, 109, 110, 112, 113, 114, 117, 118, 121, 122, 123, 128, 129, 130, 131, 147, 152, 153, 154, 157, 175, 184, 189, 192, 193, 213, 215, 246, 252, 253, 254, 255

Tendências climáticas 69, 71, 72

V

Variáveis agronômicas 54

Variedades 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 59, 61, 62, 96, 103

DESENVOLVIMENTO SOCIAL E SUSTENTÁVEL

DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](#) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2020

DESENVOLVIMENTO SOCIAL E SUSTENTÁVEL

DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2020