

CIÊNCIAS AGRÁRIAS: CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS

2

RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS
PAULA SARA TEIXEIRA DE OLIVEIRA
RAMÓN YURI FERREIRA PEREIRA
(ORGANIZADORES)

CIÊNCIAS AGRÁRIAS: CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS

2

RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS
PAULA SARA TEIXEIRA DE OLIVEIRA
RAMÓN YURI FERREIRA PEREIRA
(ORGANIZADORES)

2020 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2020 Os autores
Copyright da Edição © 2020 Atena Editora
Editora Chefe: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Batista
Revisão: Os Autores



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam 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. Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Editora Chefe

Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof^a Dr^a Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia
Prof^a Dr^a Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof^a Dr^a Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
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 Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
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
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

Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí

Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

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. 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 Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

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

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

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

Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza

Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba

Prof. 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. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
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. 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. 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. 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. 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 Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. 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
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
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
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Ciências agrárias: conhecimentos científicos e técnicos e difusão de tecnologias 2

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Paula Sara Teixeira de Oliveira Ramón
Yuri Ferreira Pereira

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

C569 Ciências agrárias [recurso eletrônico] : conhecimentos científicos e técnicos e difusão de tecnologias 2 / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Paula Sara Teixeira de Oliveira, Ramón Yuri Ferreira Pereira. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.
Modo de acesso: World Wide Web.
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5706-190-9
DOI 10.22533/at.ed.909201607

1. Agricultura. 2. Ciências ambientais. 3. Pesquisa agrária – Brasil. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da. II. Oliveira, Paula Sara Teixeira de. III. Pereira, Ramón Yuri Ferreira.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A evolução das práticas realizadas nas atividades agrícolas para cultivo de alimentos e criação de animais, potencializadas por inovações tecnológicas, bem como o uso mais consciente dos recursos naturais utilizados para tais fins, devem-se principalmente a disponibilização de conhecimentos científicos e técnicos. Em geral os avanços obtidos no campo científico têm ao fundo um senso comum, que embora distintos, estão ligados.

As investigações científicas proporcionam a formação de técnicas assertivas com comprovação experimental, mas podem ser mutáveis, uma vez que jamais se tomam como verdade absoluta e sempre há possibilidade de que um conhecimento conduza a outro, através da divulgação destes, garante-se que possam ser discutidos.

Ademais, a descoberta de conhecimentos técnicos e científicos estimulam o desenvolvimento do setor agrário, pois promove a modernização do setor agrícola e facilita as atividades do campo, otimizando assim as etapas da cadeia produtiva. A difusão desses novos saberes torna-se crucial para a sobrevivência do homem no mundo, uma vez que o setor agrário sofre constante pressão social e governamental para produzir alimentos que atendam a demanda populacional, e simultaneamente, proporcionando o mínimo de interferência na natureza.

Desse modo, faz-se necessário a realização de pesquisas técnico-científicas, e sua posterior difusão, para que a demanda por alimentos possa ser atendida com o mínimo de agressão ao meio ambiente. Pensando nisso, a presente obra traz diversos trabalhos que contribuem na construção de conhecimentos técnicos e científicos que promovem o desenvolvimento das ciências agrárias, o que possibilita ao setor agrícola atender as exigências sociais e governamentais sobre a produção de alimentos. Boa leitura!

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Ramón Yuri Ferreira Pereira

Paula Sara Teixeira de Oliveira

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A TRANSGENIA NO MELHORAMENTO DE PLANTAS: PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS, GENES E CARACTERÍSTICAS DE INTERESSE	
Patricia Frizon	
Sandra Patussi Brammer	
DOI 10.22533/at.ed.9092016071	
CAPÍTULO 2	16
ADOÇÃO DE PREPARADOS HOMEOPÁTICOS NO MANEJO ECOLÓGICO DE FORMIGAS CORTADEIRAS: UMA OPÇÃO NA BUSCA POR PRÁTICAS AGRÍCOLAS SUSTENTÁVEIS	
Alexandre Giesel	
Patricia Fernandes	
DOI 10.22533/at.ed.9092016072	
CAPÍTULO 3	29
ANÁLISE DA PERCEPÇÃO SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS NA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA, CAMPUS BELÉM, PARÁ, BRASIL	
Douglas Matheus das Neves Santos	
Daniela Samara Abreu das Chagas	
William de Brito Pantoja	
Fiama Kelly Melo Nunes	
Danúbia Leão de Freitas	
Paulo Roberto Estumano Beltrão Júnior	
Yuri Antônio da Silva Rocha	
Danilo Mercês Freitas	
Mário Lopes da Silva Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.9092016073	
CAPÍTULO 4	41
ANÁLISE DA SÉRIE TEMPORAL DA PRODUÇÃO DE LEITE CRU NOS ESTADOS DA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL	
Daniele Coutinho da Silva	
Luis André de Aguiar Alves	
Elvira Catiana de Oliveira Santos	
Jessica Suzarte Carvalho de Souza	
Roger Torlay Pires	
Everaldo Freitas Guedes	
Gilney Figueira Zebende	
Aloísio Machado da Silva Filho	
DOI 10.22533/at.ed.9092016074	
CAPÍTULO 5	53
AQUECIMENTO SOLAR DE ESTUFA PARA CULTIVO DE COGUMELOS SHIITAKE: ASPECTOS FÍSICOS E ECONÔMICOS	
Saimonthon Alves Ferreira	
Fernando Ramos Martins	
DOI 10.22533/at.ed.9092016075	
CAPÍTULO 6	70
ARTICULAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA AGRICULTURA FAMILIAR PELO COLEGIADO DO TERRITÓRIO SUDOESTE BAIANO	
Maiara dos Anjos Santos	

Valdemiro Conceição Júnior
Jamily Silva Fernandes
DOI 10.22533/at.ed.9092016076

CAPÍTULO 7 78

AValiação DA GERMINAÇÃO DA MORINGA (*Moringa oleífera* LAM.) SOB DIFERENTES NÍVEIS DE TEMPERATURA

Raquel Miléo Prudêncio
Rildson Melo Fontenele
Antonio Rodolfo Almeida Rodrigues
Dálete de Menezes Borges
Ana Carolina Barbosa do Carmo
Cláudio Mateus Pereira da Silva
Joelma Pereira da Silva
Emmanuel Estêvão Beserra

DOI 10.22533/at.ed.9092016077

CAPÍTULO 8 83

CARACTERÍSTICAS SÓCIO-DEMOGRÁFICAS DOS JULGADORES DE COOKIES DE FARINHA MISTA DE CASCAS E ALBEDO DE MARACUJÁ E ARROZ OBTIDOS POR EXTRUSÃO

Valéria França de Souza
José Luís Ramirez Ascheri
Nandara Gabriela Mendonça Oliveira
Maria Rosa Figueiredo Nascimento
Natacya Fontes Dantas
Ana Carolina Salgado Oliveira
Angleson Figueira Marinho
Werleson Lucas Gomes Brito
Alyne Alves Nunes Oliveira
Rafael Henrique de Almeida Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.9092016078

CAPÍTULO 9 95

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO - QUÍMICA DE LEITE CRU FORNECIDO PARA AGROINDÚSTRIAS NA REGIÃO DE GARARU-SE

Daniela dos Santos Melo
Thaís Costa Santos
Osvaldo Ludovice Neto
Patricia Érica Fernandes
João Paulo Natalino de Sá

DOI 10.22533/at.ed.9092016079

CAPÍTULO 10 102

COOPERATIVISMO E O DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÔMICO DA AGRICULTURA FAMILIAR NO BAIXO TOCANTINS, AMAZÔNIA BRASILEIRA

Raquel Lopes Nascimento
Renan Yoshio Pantoja Kikuchi
Wagner Luiz Nascimento do Nascimento
Maria Jessyca Barros Soares
Andrey Rafael Moraes da Costa
Aline Dias Brito
Alex Medeiros Pinto
Jorge Moura Serra Júnior
Robson da Silveira Espíndola
Thaynara luany Nunes Monteiro

Denis Junior Martins da Silva
Jandson José do Vale Guimarães
DOI 10.22533/at.ed.90920160710

CAPÍTULO 11 114

DINÂMICA DE MICROORGANISMOS COM POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO NA FERMENTAÇÃO DO CUPUAÇU PRODUZIDO NO MARANHÃO

Josilene Lima Serra
Adenilde Nascimento Mouchreck
Rayone Wesley Santos de Oliveira
Aparecida Selsiane Sousa Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.90920160711

CAPÍTULO 12 126

EFEITO DO USO DE EXTRATO DE *Eucalyptus* sp. NO MANEJO DE ORDENHA SOBRE A QUALIDADE DO LEITE CRU REFRIGERADO

Stela Maris Meister Meira
Gabriela Soares Martin
Roger Junges da Costa
Mônica Daiana de Paula Peters

DOI 10.22533/at.ed.90920160712

CAPÍTULO 13 137

FEIJÃO: IMPORTÂNCIA, QUALIDADE E COMPOSIÇÃO BIOQUÍMICA DAS SEMENTES E ESTRESSE OXIDATIVO

Nohora Astrid Vélez Carvajal
Patrícia Alvarez Cabanez
Liana Niyireth Valero Carvajal
Rodrigo Sobreira Alexandre
José Carlos Lopes

DOI 10.22533/at.ed.90920160713

CAPÍTULO 14 153

MODELAGEM MATEMÁTICA: A LEI DO RESFRIAMENTO DE NEWTON E SUA APLICAÇÃO NO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ CAMPUS CASTANHAL

Tatiana Cardoso Gomes
Cleudson Barbosa Favacho
Leandro Jose de Oliveira Mindelo
Robson da Silveira Espíndola
Bruno Santiago Glins
Dehon Ricardo Pereira da Silva
Adriano Santos da Rocha
Pedro Danilo de Oliveira
Everaldo Raiol da Silva
Licia Amazonas Calandrini Braga
Tânia Sulamytha Bezerra
Suely Cristina Gomes de lima

DOI 10.22533/at.ed.90920160714

CAPÍTULO 15 165

MORFOFISIOLOGIA E PRODUÇÃO DE FEIJÃO-CAUPI, CULTIVAR BRS NOVAERA, EM FUNÇÃO DA DENSIDADE DE PLANTAS

Antônio Aécio de Carvalho Bezerra
Adão Cabral das Neves

Francisco de Alcântara Neto
José Valdenor da Silva Júnior
Romário Martins Costa
Lucélia de Cássia Rodrigues de Brito

DOI 10.22533/at.ed.90920160715

CAPÍTULO 16 176

O CONSUMO DE ESPECIARIAS E OS RISCOS ENVOLVENDO A COMERCIALIZAÇÃO EM FEIRAS LIVRES: COMO MINIMIZARMOS ESTE PROBLEMA?

Milena da Cruz Costa
Alexsandra Iarlen Cabral Cruz
Mariza Alves Ferreira
Aline Simões da Rocha Bispo
Norma Suely Evangelista-Barreto

DOI 10.22533/at.ed.90920160716

CAPÍTULO 17 189

PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS TÉRMICAS PARA IDENTIFICAÇÃO DE MASTITE BOVINA UTILIZANDO TÉCNICA DE AGRUPAMENTO DE DADOS

Rodes Angelo Batista da Silva
Héilton Pandorfi
Gledson Luiz Pontes de Almeida
Pedro Henrique Dias Batista
Marcos Vinícius da Silva
Victor Wanderley Costa de Medeiros
Taize Calvacante Santana
Nicole Viana da Silva
Maria Vitória Neves de Melo
Maria Eduarda Oliveira
Wesley Amaro da Silva
Ingrid do Nascimento Bezerra

DOI 10.22533/at.ed.90920160717

CAPÍTULO 18 196

PRODUÇÃO MASSAL DE *Beauveria bassiana*: HISTÓRIA E PERSPECTIVAS NO BRASIL E NO MUNDO

Lorena Resende Oliveira
Leandro Colognese
Thyenny Gleysse Castro Silva
Manuella Costa Souza
Flávia Luane Gomes
Tamyres Braun da Silva Gomes
Lisandra Lima Luz
Lillian França Borges Chagas
Aloísio Freitas Chagas Júnior

DOI 10.22533/at.ed.90920160718

CAPÍTULO 19 212

TESTE DE RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA *in vitro* DE *Staphylococcus aureus* ISOLADOS NO LEITE DE CABRAS COM MASTITE

Layana Mary Frota Menezes
Fabíola Fonseca Ângelo
Jefferson Filgueira Alcindo
Daniele Maria Alves Teixeira Sá
Viviane de Souza

DOI 10.22533/at.ed.90920160719

CAPÍTULO 20 219

UTILIZAÇÃO DE SOFTWARE DE PROGRAMAÇÃO ESTATÍSTICA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE *Acmella oleracea* (L.) R. K. JANSEN EM DIFERENTES TIPOS DE SUBSTRATOS

Thalisson Johann Michelin de Oliveira

Maicon Silva Farias

André Wender Azevedo Ribeiro

Pâmela Emanuelle Sousa e Silva

Antônio Vinicius Corrêa Barbosa

Adrielle Laena Ferreira de Moraes

Eduarda Cavalcante Silva

Elaine Patrícia Zandonadi Haber

Jamil Amorim de Oliveira Junior

Luis Fernando Souza Ribeiro

Maria Eduarda da Conceição Lourinho

Maria Luiza Brito Brito

DOI 10.22533/at.ed.90920160720

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 229

ÍNDICE REMISSIVO 230

A TRANSGENIA NO MELHORAMENTO DE PLANTAS: PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS, GENES E CARACTERÍSTICAS DE INTERESSE

Data de aceite: 01/07/2020

Patrícia Frizon

Engenheira Agrônoma, Bolsista de Desenvolvimento Tecnológico Industrial CNPq/Embrapa Trigo. <http://lattes.cnpq.br/9674477293218610>

Sandra Patussi Brammer

Pesquisadora, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Trigo, Passo Fundo – RS. <http://lattes.cnpq.br/0831352052358625>

RESUMO: A biotecnologia trouxe oportunidades tecnológicas relevantes na agricultura, contribuindo principalmente na área de melhoramento de plantas. As técnicas biotecnológicas como a transgenia ganharam bastante espaço. Os transgênicos, ou Organismos Geneticamente Modificados (OGMs), são materiais alterados pelo homem através da transferência de um gene de uma espécie para outra, sem haver cruzamentos. As principais características inseridas, via transgênicos, visavam resistências a herbicidas, insetos, vírus e o silenciamento de genes indesejáveis. Atualmente, sua produção está difundida em todo o mundo trazendo grandes ganhos, sendo que novas características foram incorporadas. A transgenia converge com as

técnicas de engenharia genética como solução biotecnológica para problemas que afetam a agricultura brasileira e mundial, como pragas, doenças e estresses ambientais. Além disso, pode beneficiar os setores de saúde, indústria e alimentação, contribuindo para agregar valor aos produtos agropecuário, unindo o agronegócio aos setores farmacêutico e industrial. O objetivo desta revisão é destacar as principais estratégias e técnicas empregadas, os genes de espécies envolvidos e as características incorporadas.

PALAVRAS-CHAVE: Biotecnologia, transformações genéticas, OGMs.

TRANSGENIA IN PLANT IMPROVEMENT: MAIN STRATEGIES, GENES AND CHARACTERISTICS OF INTEREST

ABSTRACT: Biotechnology has brought relevant technological opportunities in agriculture, contributing mainly in the area of plant breeding. Biotechnological techniques like transgenics have gained a lot of space. Transgenics, or Genetically Modified Organisms (GMOs), are materials altered by man through the transfer of a gene from one species to another, without crossing. The main characteristics inserted, via transgenics, aimed at resistance to herbicides,

insects, viruses and the silencing of undesirable genes. Currently, its production is widespread around the world bringing great gains, with new features being incorporated. Transgenics converge with genetic engineering techniques as a biotechnological solution to problems that affect Brazilian and global agriculture, such as pests, diseases and environmental stresses. In addition, it can benefit the health, industry and food sectors, contributing to add value to agricultural products, uniting agribusiness with the pharmaceutical and industrial sectors. The purpose of this review is to highlight the main strategies and techniques employed, the genes of species involved and the characteristics incorporated.

KEYWORDS: Biotechnology, genetic transformations, GMOs

1 | INTRODUÇÃO

Avanços na genética molecular e modificação genética estão trazendo mudanças revolucionárias para a sociedade. Um dos aspectos-chave é o uso da biotecnologia para modificar os genomas de plantas com novas maneiras para agregar valor e apoiar a produção sustentável de alimentos, materiais, energia e até componentes terapêuticos (WANG et al., 2017).

Na produção de alimentos, a biotecnologia pode fornecer meios para o aumento da produção agrícola pela aplicação do conhecimento molecular da função dos genes e das redes regulatórias envolvidas na tolerância a estresse, desenvolvimento e crescimento, “desenhando” novas plantas (TAKEDA & MATSUOKA, 2008). A transformação genética de plantas consiste na transferência de um ou mais genes no organismo hospedeiro sem que haja fecundação ou cruzamento. Esses organismos geneticamente modificados recebem o nome de transgênicos (OGMs) (ANDRADE et al., 2003).

A transformação genética de plantas utiliza, basicamente, técnicas indiretas e diretas para a incorporação do(s) novo(s) gene (s) (SOHRAB, 2016). Considerando as técnicas indiretas, é necessário o uso de vetores biológicos para mediar o processo de transformação, destacando-se bactérias do gênero *Agrobacterium*, especialmente a espécie *A. tumefaciens*. Já para as técnicas diretas não há a necessidade de um vetor biológico. Dentre estas, destaca-se a biobalística ou bombardeamento de partículas (AMUGUNE et al, 2011).

Apesar desses métodos, as plantas transgênicas se enquadram na regulamentação de organismos geneticamente modificados (OGM) e seu uso suscitou importantes preocupações públicas e políticas. Assim, emergiu a necessidade de novas soluções agrícolas eficazes como por exemplo o uso do RNAi (de interferência). Desde sua descoberta, há mais de 20 anos, o RNA interferência (RNAi) tem sido amplamente utilizado. As abordagens de RNAi são convencionalmente baseadas no uso de plantas que expressam RNAs de fita dupla (dsRNAs) contra alvos selecionados (DALAKOURAS et al., 2018).

2 | PLANTAS GENETICAMENTE MODIFICADAS

Os transgênicos são definidos como organismos que, por meio de engenharia genética, receberam material genético de outras espécies e sem o envolvimento de cruzamentos naturais para, assim, passar a apresentar características que não são naturalmente expressas pelos seus respectivos genomas (BAGGIO & EFFING, 2009).

Desde os anos de 1980, as técnicas de engenharia genética vêm sendo utilizadas para o melhoramento vegetal. Na transgenia, sequências de DNA (genes) podem ser removidas de um organismo, modificadas ou não, ligadas a outras sequências, incluindo as regulatórias, e inseridas em outros organismos. A fonte destes genes pode ser qualquer organismo vivo (microrganismo, planta, animal ou vírus). Nos últimos 20 anos, as culturas geneticamente modificadas sofreram um aumento explosivo. Por conta disso, a área plantada com milho, algodão, alfafa e canola e a taxa de adoção de sementes transgênicas, cresceu rapidamente mundialmente e chegou a 189,8 milhões de hectares em 2017. Com isso, os OGM se tornaram a tecnologia agrícola mais rapidamente adotada em toda história da agricultura (MOLINARI, 2018)

O Brasil assegura a terceira posição, com 15,8 milhões de hectares plantados com transgênicos. Dessa maneira, situa-se no ranking dos maiores países produtores de plantas transgênicas, liderado, sabemos, pelos Estados Unidos (62,5 milhões de hectares), seguido da Argentina (21 milhões de hectares). Esses três países somam então 80% das superfícies plantadas com transgênicos no mundo (ZATERKA, 2019). As variedades transgênicas mais cultivadas, no país, são aquelas que combinam genes que conferem resistência a insetos e tolerância a herbicidas. Estas lavouras representam 65,1% das culturas transgênicas do país. Existem mais de 70 variedades de sementes de plantas transgênicas, sendo 59 variedades de transgênicos comercializadas, utilizadas nas rotações de plantio e como alternativa para controle de problemas específicos, a exemplo a restauração de fertilidade para produção de sementes (CELERES, 2017a). O milho é a cultura com maior número de eventos transgênicos registrados. A primeira variedade de milho transgênico comercializado no Brasil foi o milho *Bt* intitulado dessa forma por trazer no seu DNA genes da bactéria *Bacillus thuringiensis*. Essa variedade foi liberada para comercialização em 2007 e introduzido no mercado brasileiro em 2008. O milho *Bt* rapidamente se sobressaiu sobre o milho convencional, impulsionado pelas vantagens dessa cultura com o manejo das pragas da lavoura (LEITE et al., 2011). Já para a soja, existem 19 variedades transgênicas comercializadas no país (ISAA 2020), as quais foram desenvolvidas basicamente para expressar proteínas capazes de conferir a estas novas plantas alguma vantagem comercial (CIB, 2017a). O algodão é a terceira cultura com maior variedades transgênicas produzidas, onde a primeira aprovação para uso comercial, data de março de 2005 (BARROSO et al., 2005). O feijão, o eucalipto e a cana-de-açúcar são espécies que menos apresentam eventos transgênicos, sendo que

para o trigo ainda não há registros de liberação comercial.

3 | ESTRATÉGIAS EMPREGADAS PARA A TRANSFORMAÇÃO GENÉTICA

Existem diversas técnicas de transformação genética, agrupadas em duas categorias: transferência direta e indireta de genes. A transferência direta de DNA é baseada em métodos físicos ou químicos e a transferência indireta, para intermediar a transformação, usa-se como vetor uma bactéria, como *A. tumefaciens* e a *A. rhizogenes* (BRASILEIRO, 1999). *A. tumefaciens*, atualmente denominada de *Rhizobium radiobacter*, é uma das cinco espécies do gênero *Agrobacterium* que pode transferir genes para plantas, principalmente para as dicotiledôneas (BULL et al. 2010). Entretanto, com uma melhor compreensão da técnica, pode ser também em monocotiledôneas, onde um grande número de eventos transgênicos foi produzido (SOOD et al., 2011).

Agrobacterium é uma bactéria Gram-negativa patogênica do solo que causa a formação de tumores da coroa próximos aos locais de infecção em sua planta hospedeira. A formação desses tumores é o resultado de um processo natural de transferência de genes contidos em uma região específica do plasmídeo Ti (*tumor inducing*), denominada T-DNA (*transferred DNA*) (ANDRADE ET AL., 2003). Naturalmente, o gênero *Agrobacterium* possui a capacidade de transferir DNA de espécies diferentes para o genoma da planta a ser utilizada por transferência horizontal de genes (ESCOBAR & DANDEKAR, 2003), pois possui mecanismo estável e eficiente.

A transferência de genes de *Agrobacterium* para a planta pode ser categorizada em cinco etapas cruciais, incluindo a indução do sistema de virulência de *Agrobacterium* e geração de complexo T-DNA, transferência de T-DNA para o núcleo da célula vegetal, integração do T-DNA no genoma da planta e T-DNA expressão gênica por planta transformada. Uma vez inseridos no genoma da planta, os genes presentes no T-DNA, passam a ser transcritos e traduzidos, dando início ao desenvolvimento do tumor. Todos os genes do T-DNA, apesar de sua origem procariota, possuem sinais de regulação que são reconhecidos pela maquinaria de transcrição eucariota vegetal. Assim, os genes do T-DNA são expressos ao mesmo tempo e da mesma maneira que os genes da planta (NOKANA, 2019).

Na transformação genética via *A. tumefaciens* as etapas incluem: infecção do explante com a bactéria, seguido de um curto prazo de tempo de co-cultivo entre os mesmos, eliminação da *A. tumefaciens* por antibióticos, seleção dos tecidos transformados com agente seletivo em meio e regeneração de plantas (ZIEMIENOWICZ, 2014) como mostra o esquema da Figura 1.

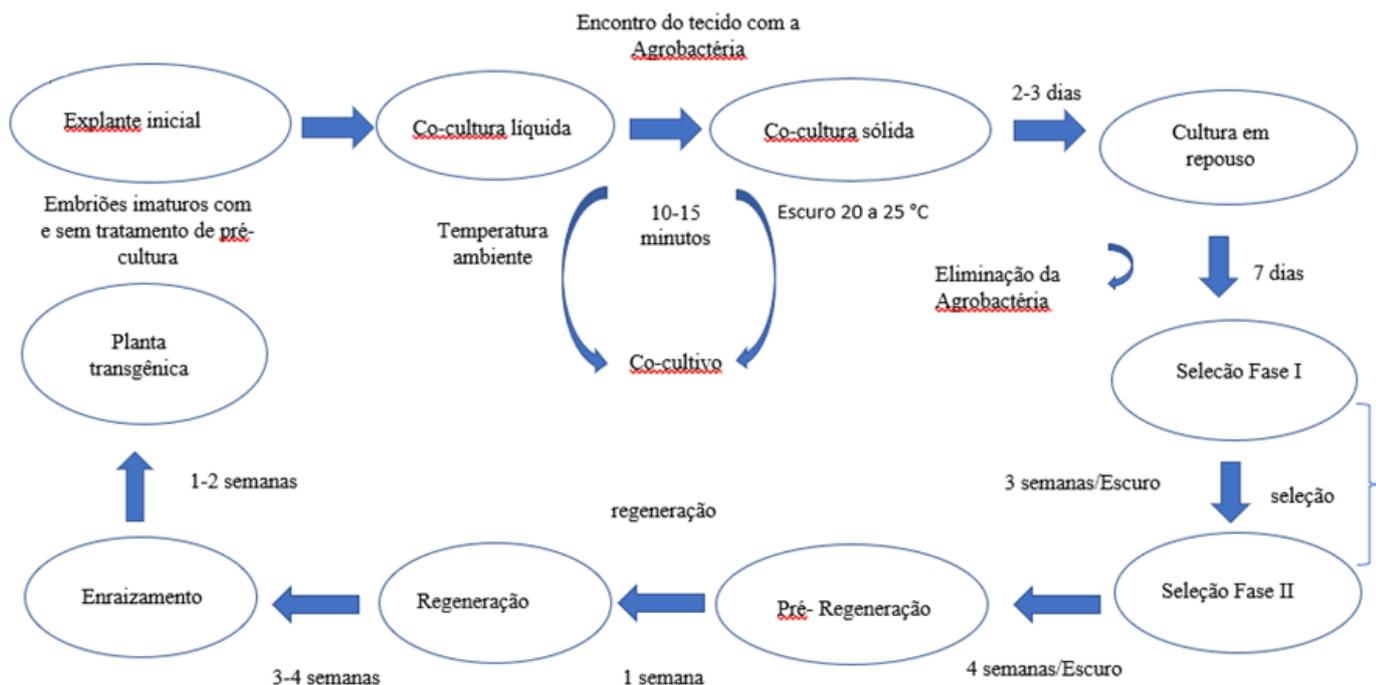


Figura 1 - Esquema geral da transformação de plantas mediada por *Agrobacterium*. Fonte: Adaptado de Shrawat e Lörz, 2006.

Outras técnicas de transferência de genes que podem ser aplicadas em magnoliopsidas e liliopsidas são conhecidos como métodos diretos de transformação, permitindo a introdução de DNA exógeno da célula vegetal por meio de mecanismos químicos ou físicos, entre eles estão a biobalística (CARNEIRO et al., 2004).

A biolística, também conhecida como “bombardeio de partículas”, é uma metodologia popular para transformação genética e foi projetada na Universidade de Cornell em 1987 para lidar com a transformação genética de cereais, mas pode ser usada para muitas espécies, organelas subcelulares, bactérias, fungos e até células animais. Requer um tempo de processamento curto, envolve custos aceitáveis para a produção de células transgênicas e é simples a introdução de múltiplos genes (DNA de duas espécies diferentes) (RIVEIRA et al., 2014).

A biolística é a técnica direta mais aceita para a transformação genética de plantas, pois além das vantagens descritas não precisa de um vetor de uma sequência específica e não depende das propriedades eletrofisiológicas da célula, como o potencial elétrico e os componentes estruturais da membrana celular. No entanto, os parâmetros de transformação devem ser otimizados para cada alvo biológico empregado e além disso, o fator que limita o uso da técnica é a alta probabilidade de introdução de várias cópias de genes, o que pode levar a vários efeitos colaterais indesejáveis, como silenciamento de genes, baixa estabilidade ou expressão genética alterada e a eficiência é extremamente baixa (RIVEIRA et al., 2012).

Esse método requer a precipitação de moléculas de DNA selecionadas de outras plantas, bactérias ou vírus sobre microprojéteis de ouro ou tungstênio que, depois, por meio

de um aparelho de pressão, são aceleradas para alta velocidade. Após essa aceleração, os microprojéteis são dirigidos contra o tecido vegetal alvo. As partículas são depositadas no interior da célula promovendo a transformação do explante, que posteriormente, deverá ser regenerado (BODANESE-ZANETTINI, 1995).

Além das técnicas anteriormente descritas, outra estratégia usada é a de silenciamento de genes denominada de RNA de interferência (RNAi), que envolve um mecanismo celular responsável pelo silenciamento gênico pós-transcricional (*post transcription gene silencing* - PTGS) atuando sobre o RNA mensageiro (mRNA). Dois tipos de moléculas são as mais referenciadas em estudos utilizando RNAi: I) siRNAs e II) dsRNAs. Apesar de serem as principais desencadeadoras do processo de silenciamento gênico, existem alternativas que podem ser úteis em cenários experimentais específico (Pereira, 2013). O mecanismo de RNAi que resulta no silenciamento de genes pode ser dividido em três etapas principais: I) clivagem das moléculas de RNAdf em fragmentos menores pela enzima Dicer; II) ligação destes fragmentos ao Complexo de Silenciamento Induzido por RNA (*RNA-induced Silencing Complex* – RISC) e; III) silenciamento do gene alvo pela degradação do RNAm alvo ou inibição da tradução (KATOCH & THAKUR, 2013).

Revisão de Ceccon (2019) destaca que a enzima DICER (ou ribonuclease III-Dicer-2) é uma endonuclease específica de RNAdf, que, na presença de ATP, cliva o RNAdf em fragmentos menores de ~ 21-25 nucleotídeos. Esses fragmentos podem ser divididos em dois grupos (ASGARI, 2013): I) os micro-RNAs (miRNAs), que são oriundos do processamento de transcritos endógenos das células e são responsáveis pela regulação gênica e, II) os *Small interfering RNAs* (siRNAs) derivados da clivagem de moléculas de RNAdf expresso em forma de *hairpin* (hpRNA) ou introduzido artificialmente na célula. O uso experimental do mecanismo de RNAi explora a rota do siRNA, focando, especialmente, na capacidade das células em degradar RNAm pela complementariedade às moléculas de RNAdf administradas (SCOTT et al., 2013).

Após a clivagem em fragmentos menores, uma das fitas do siRNA que é conhecida como fita guia, que tem a função de localização e ligação com o RNAm alvo, é carregada no RISC o qual contém a proteína Argonauta, com seu componente catalítico, responsável pela degradação do RNAm alvo. Durante o carregamento da fita guia, a fita não-guia do siRNA é clivada e ejetado do complexo. O complexo RISC, guiado pela fita-guia encontra o RNAm alvo e media a clivagem ou inibição da tradução (SCOTT et al., 2013)

De acordo com Pascoal & Maia (2013) muitas são as vantagens da tecnologia de RNAi, principalmente pelo fato de que ao utilizar pequenas moléculas de RNA não codificadoras, pode-se regular negativamente genes de forma específica. Em plantas, algumas das características especiais são mencionadas como mudanças na arquitetura, melhoramento nutricional, tolerância aos estresses abiótico e biótico, deleção de alergênicos, desenvolvimento de plantas com esterilidade masculina e alterações na produção de metabólitos secundários.

Já foram produzidas plantas geneticamente modificadas que visavam resistência a insetos usando o silenciamento de genes pós-transcricional RNAi (HANNON, 2002). Embora o RNA de fita dupla (ds), produzido em plantas cultivadas como meio de controle de pragas, tenha tido um alto grau de especificidade (PETRICK et al., 2013), outras evidências sugerem que pode ter outros efeitos inesperados (LUNDGREN & DUAN, 2013). Isso porque como os mRNAs são transcritos quando necessário pelo organismo, é importante reconhecer que o ambiente desempenha um papel significativo na expressão gênica e, portanto, na qual os genes serão expostos aos pequenos e inibidores de siRNAs ao longo do tempo e no espaço (SMITH & KRUGLYAK, 2008).

Até o momento, as aplicações convencionais de RNAi têm sido amplamente baseadas no uso de silenciamento de genes induzidos por vírus, transgenes expressos transitoriamente mediados por *A. tumefaciens* e plantas transgênicas transformadas de maneira estável que permitem a produção de moléculas de dsRNA contra alvos selecionados hospedeiros (Bond, Baulcombe, 2015). Em 2017, o milho transgênico (*Zea mays*) SmartStax Pro, criado para expressar dsRNA contra a lagarta do milho (*Diabrotica virgifera virgifera*), foi aprovado pelos EUA. Em tabaco, Ceccon (2019) obteve plantas transgênicas visando resistência genética para o controle de *Helicoverpa armigera*.

No entanto, apesar de sucesso demonstrados as culturas transgênicas baseadas em RNAi não foram comercializados tanto quanto se poderia esperar. De acordo com algumas estimativas, custa US \$ 140 milhões para ter um produto transgênico para comercialização (Rosa et al., 2018). Além disso, Margis (2013) destaca que embora a tecnologia de RNAi seja promissora, as ações de alterações metabólicas e de expressão de genes em um organismo nunca serão totalmente específicas e cada sistema deverá ser estudado dentro de suas particularidades.

4 | 4EXEMPLOS DE PLANTAS GENETICAMENTE MODIFICADAS

Atualmente, o maior número de culturas transgênicas são aquelas resistentes a herbicidas. Segundo dados da ISSAA (2020) todas as culturas geneticamente modificadas (GM) citadas apresentam pelo menos um evento de resistência a herbicidas (Tabela 1). A utilização de cultivares resistentes aos herbicidas vem sendo feita extensivamente durante as últimas cinco décadas, pelo simples fato de que para uma cultura ser resistente basta um herbicida seletivo. Apenas um único herbicida pode apresentar seletividade para diversas espécies de plantas, através da transferência de genes que conferem resistência a uma determinada molécula, produzindo genótipos resistentes (MONQUEIRO, 2005). A resistência a herbicidas foi conferida usando um gene de *Agrobacterium* sp. cepa CP4 que codificava um EPSPS resistente ao glifosato e isso foi introduzido em várias culturas (Tabela 1) (WANG et al., 2017).

O segundo maior caso de cultura GM é para resistências a insetos (Tabela 1). Exemplo

altamente eficaz foi conseguido usando um gene da bactéria *B. thuringiensis* que codifica uma toxina *Bt* que ocorre naturalmente e mata insetos que a consomem (Tabela 1). A característica inseticida é em virtude de uma proteína denominada Cry (formato de cristal) ou delta toxina produzida durante a fase de esporulação da bactéria. A proteína Cry é ativada somente em meio alcalino, pois não possui resistência em meio ácido sendo ligeiramente degradada, deste modo, o risco toxicológico em humanos e animais é praticamente zero. A reação destrutiva ocorre somente a insetos específicos que façam ingestão da planta geneticamente modificada. A atividade entomopatogênica do transgênico abrange não só as ordens de insetos lepidoptera, coleóptera e díptera, mas também de alguns invertebrados nematoides, sarcomastigofora e platelmintos. (BERLITZ & FIUZA, 2005) (Tabela 1). Existem inúmeros genes *cry*. Até 1998, a denominação abrangia apenas cinco genes principais: *cryI*, *cryII*, *cryIII*, *cryIV* e *cryVI*. Atualmente, devido à quantidade de genes que são estudados e sequenciados, usam-se números arábicos: *cry1*, *cry2*, *cry3*, *cry4*... até *cry70*. Os genes *cry1*, *cry2* e *cry9* são específicos em relação aos lepidópteros, *cry5* são ativos contra nematoides e, *cry2*, *cry4A*, *cry10*, *cry11*, *cry17*, *cry19*, *cry24*, *cry25*, *cry27*, *cry29*, *cry30*, *cry32*, *cry39* e *cry40* são ativos contra dípteros. A bactéria *B. thuringiensis* produz outras proteínas chamadas Proteínas inseticidas vegetativas (VIPS), assim como a proteína também tem efeito inseticida contra lepidópteros, porém estas são produzidas e secretadas como proteína solúvel na fase de crescimento vegetativo da bactéria, sendo uma importante alternativa para resistência das proteínas CRY (PINTO, 2010).

Outra área relacionada que emprega a tecnologia da transgenia é o desenvolvimento de cultivares resistentes a vírus. Os genes de resistência a vírus podem ser encontrados em parentes de plantas cultivadas e introduzidos pelo melhoramento convencional, mas exemplos disso são relativamente raros. Por isso utilizam-se técnicas como proteção cruzada onde plantas podem ser protegidas contra a infecção provocada por uma estirpe severa de vírus, desde que tivessem sido previamente tratadas com uma estirpe branda do mesmo vírus e a própria técnica do RNAi. A abordagem de OGM em que plantas transgênicas expressam dsRNAs contra proteínas virais foi bem documentada com resultados muito satisfatórios (KHALID et al., 2017; POOGGIN, 2017) (Tabela 1). Ainda, nas plantas, DCL, AGO e RDR são famílias de genes que contêm múltiplos membros, cada uma funcionando em diferentes vias paralelas. Em *Arabidopsis*, muitos estudos mostram que DCL2, DCL4, AGO1, AGO2, RDR1 e RDR6 são os principais componentes no silenciamento de RNAs antivirais (ZHANG et al., 2015). Além do mencionado, produção de plantas transgênicas resistentes a vírus, pode ser obtida via resistência mediada pelo patógeno (RDP) que pode ser obtida por diversas estratégias e diferir consideravelmente de espectro, implicando na presença de diversos mecanismos moleculares que expliquem os vários casos de PDR (Tabela 1).

5 | CONCLUSÃO

O avanço da biotecnologia contribui diretamente no melhoramento genético vegetal com técnicas mais promissoras. A transgenia possibilita importante avanço no melhoramento genético convencional, já que permite transferir características de interesse agrônomo entre espécies diferentes de modo direto. Isso quer dizer que essa tecnologia permite aos cientistas isolarem genes de microrganismos, por exemplo, e transferi-los para plantas, com o objetivo de torná-las resistentes a doenças ou mais nutritivas, entre outras inúmeras aplicações.

REFERÊNCIAS

- ÁCIDO desoxirribonucleico. In: WIKIWAND, 2020. Disponível em: https://www.wikiwand.com/gl/%C3%81cido_desoxirribonucleico. Acesso em: 03 abr. 2020.
- AMUGUNE, N. O.; ANYANGO, B.; MUKIAMA, T. K. Agrobacterium-mediated transformation of common bean. **African Crop Science Journal**, Makhanda, v.19, n.3, p. 137-147, set. 2011.
- ANDRADE, G. M. D.; SARTORETTO, L. M.; BRASILEIRO, A. Biologia molecular do processo de infecção por *Agrobacterium* spp. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 5, p. 465-476, set – out. 2003.
- ANDRADE, S. R. M. **Transformação de plantas**. Planaltina: Embrapa Cerrados -Documentos 102, v. 1, n.1, p. 28, dez. 2003.
- ASGARI, S. MicroRNA functions in insect. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, Oxford, v. 43, n. 4, p. 388–397, abr. 2013.
- BAGGIO, A. C.; EFING, A. C. Informação para o consumo de alimentos transgênicos: atendimento da dignidade do cidadão brasileiro. **Novos Estudos Jurídicos**, Itajaí, v. 4, n. 2, p. 54-83, out. 2009.
- BARROSO, P. A. V. *et al.* **Comunicado técnico 242**. Zonas de exclusão de algodoeiros transgênicos para preservação de espécies de *Gossypium* nativas ou naturalizadas. Campina Grande, Embrapa Algodão, 2005. 7p.
- BERLITZ, D. L.; FIUZA, L. M. *Bacillus thuringiensis* e *Melia azedarach*: aplicações e interações no controle de insetos praga. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v. 35, p. 66-72, dez. 2005
- BODANESE-ZANETTINI, M. H. Transferência de genes em plantas: Avanços e perspectivas. Departamento de Genética. UFRGS. 1995.
- BOND, D. M.; BAULCOMBE, D. C. Epigenetic transitions leading to heritable, RNA-mediated de novo silencing in *Arabidopsis thaliana*. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 112, n. 3, p. 917-922, 2015.
- BRASILEIRO, A. C. M.; DUSI, D. M. A. Transformação genética de plantas. In: TORRES, A.C. et al. Cultura de tecidos e transformação genética de plantas. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPQ, 1999, v. 2, p. 679-735
- BULL, C. T. *et al.* Comprehensive list of names of plant pathogenic bacteria, 1980-2007. **Journal of plant pathology**, Amsterdam, v.92, n.3, p. 551-592, 2010.

CARNEIRO, A. A.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. Transformação genética de milho utilizando o bombardeamento de partículas. Sete Lagoas- MG: Embrapa milho e sorgo, nº 32, 42p., 2004.

CECCON, C.C. **Plantas transgênicas de tabaco expressando RNA *hairpin* e Jaburetox como estratégias para controle de *Helicoverpa armigera***. 2019. 123 p. Tese (Doutorado em Agronomia). Faculdade de Agronomia, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2019.

CELERES. **3º levantamento de adoção da biotecnologia agrícola no Brasil, safra 2016/17**. Uberlândia: Céleres, 2017a. Disponível em: <<http://www.celeres.com.br/3o-levantamento-de-adoacao-da-biotecnologia-agricolano-brasil-safra-201617/>>. Acesso em: 4 nov. 2019.

CIB. **Conselho de Informações Sobre Biotecnologia**. Produtos aprovados. [s. l.]: CIB, 2017a. Disponível em:< <http://cib.org.br/produtosaprovados/>> Acesso em: 20 nov. 2019.

DALAKOURAS, A., *et al.* Delivery of hairpin RNAs and small RNAs into woody and herbaceous plants by trunk injection and petiole absorption. **Frontiers in Plant Science**, Switzerland, v. 9, p.1253, ago. 2018.

ESCOBAR, M. A.; DANDEKAR, A. M. *Agrobacterium tumefaciens* as an agent of disease. **Trends Plant Sci**, Cambridge, v. 8, n. 8, p. 380-386, ago. 2003

HANNON, G. J. RNA interference. **Nature**, v. 418, n. 6894, p. 244-251, jul. 2002

ISAAA- International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. Filipinas: 2020. Disponível em: : <http://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/geneslist/default.asp>. Acesso em: 03 março 2020. Base de dados.

KHALID, A. *et al.* Small RNA based genetic engineering for plant viral resistance: application in crop protection. **Frontiers in microbiology**, Lausanne, v. 8, n. 43, jan. 2017.

KATOCH, R.; THAKUR, N. Advances in RNA interference technology and its impact on nutritional improvement, disease and insect control in plants. **Applied biochemistry and biotechnology**, Totowa, v.169, p.1579-1605, 2013.

LEITE, N. A., *et al.* O milho Bt no Brasil: a situação e a evolução da resistência de insetos. Embrapa Milho e Sorgo-Documents, 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/60425/1/doc-133.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2020.

LUNDGREN, J. G.; DUAN, J. J. RNAi-based insecticidal crops: potential effects on nontarget species. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 63, n.8, p. 657-665, ago. 2013.

MARGIS, R. Cuidados Especiais Associados ao Uso da RNAi. In: PEREIRA, T.C. (coord.). **Introdução à técnica de Interferência por RNA – RNAi**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 2013. 170 p.

MOLINARI, E.; BRONDANI, A.; VARGAS, L. Vinte anos de transgênicos no Brasil. *Agroanalysis*, Rio de Janeiro, v. 38, n. 2, 29-38, maio 2018.

MONQUERO, P. A. Plantas transgênicas resistentes aos herbicidas: situação e perspectivas. **Bragantia**, Campinas, v.64, n. 4, p. 517-531, ago. 2005.

NONAKA, S. *et al.* Super-*Agrobacterium* ver. 4: Improving the transformation frequencies and genetic engineering possibilities for crop plants. **Frontiers in plant science**, Lausanne, v. 10, n. 1204, out. 2019

PASCOAL, V. D. B.; MAIA, I.G. Aplicações da Técnica de RNAi em Plantas In: PEREIRA, T.C. (coord.). **Introdução à técnica de Interferência por RNA – RNAi**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 2013. 170 p.

PEREIRA, T.C. Moléculas Utilizadas em RNAi e Métodos de Obtenção. In: PEREIRA, T.C. (coord.). **Introdução à técnica de Interferência por RNA – RNAi**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética,

2013. 170 p.

PETRICK, J. S. *et al.* Safety assessment of food and feed from biotechnology-derived crops employing RNA-mediated gene regulation to achieve desired traits: a scientific review. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, Amsterdam, v. 66, n. 2, p. 167-176, jul. 2013.

PINTO, L. M. N., *et al.* Toxinas de *Bacillus thuringiensis*. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v. 38, p. 24-31, 2010.

POGGIN, M. I M. RNAi-mediated resistance to viruses: a critical assessment of methodologies. **Current opinion in virology**, v. 26, p. 28-35, jul. 2017.

RIVERA, A. L. *et al.* Physical methods for genetic transformation of fungi and yeast. **Physics of life reviews**, v. 11, n. 2, p. 184-203, jun. 2014.

RIVERA, A. L. *et al.* Physical methods for genetic plant transformation. **Physics of life reviews**, v. 9, n. 3, p. 308-345, set. 2012.

ROSA, E. *et al.* A plant pathogen modulates the effects of secondary metabolites on the performance and immune function of an insect herbivore. **Oikos**, Copenhagen, v. 127, n.10, p. 1539-1549, maio 2018.

SCOTT, J. G. *et al.* Towards the elements of successful insect RNAi. *Journal of insect physiology*, Oxford, v. 59, n.12, p. 1212-1221,dez. 2013.

SHRAWAT, A. K.; LÖRZ, H. Agrobacterium-mediated transformation of cereals: a promising approach crossing barriers. **Plant Biotechnology Journal**, Brisbane, v. 4, n. 6, p. 575-603, nov. 2006.

SMITH, E. N.; KRUGLYAK, L. Gene–environment interaction in yeast gene expression. **PLoS biology**, San Fransisco, v. 6, n. 4, abr. 2008.

SOHRAB, S. S. *et al.* Development of Cotton leaf curl virus resistant transgenic cotton using antisense β C1 gene. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 23, n. 03, p. 358-362, maio 2016.

SOOD, P.; BHATTACHAR, A.; SOOD, A. Problems and possibilities of monocot transformation. **Biologia Plantarum**, Praha, v. 55, n. 1: p. 1-15, abr. 2011.

SOOD, P.; BHATTACHARYA, A.; SOOD, A. Problems and possibilities of monocot transformation. **Biologia Plantarum**, Praha, v. 55, n. 1: p. 1-15, abr. 2011.

TAKEDA, S.; MATSUOKA, M. Genetic approaches to crop improvement: responding to environmental and population changes. **Nature reviews Genetics**, Manhattan v. 9, n. 6, p. 444-57, jun. 2008

WANG, X. *et al.* Plant genetic engineering and genetically modified crop breeding: history and current status. **Frontiers of Agricultural Science and Engineering**, Beijing, v. 4, n. 1, p. 5-27, out. /dez. 2017.

ZATERKA, L. Transgênicos e o princípio de equivalência substancial. **Estudos Avançados**, Butantã, v. 33, n. 95: p. 271-284, jan./abr, 2019.

ZHANG, C.; WU, Z.; LI, Y.; WU, J. Biogenesis,function,andapplications of virus-derived small RNA sinplants. **Frontiers in microbiology**, Lausanne, v. 9, n. 6, p. 12-37, nov. 2015.

ZIEMIENOWICZ, A. Agrobacterium-mediated plant transformation: Factors, applications and recent advances. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, Zulia, v. 3, n. 4, p. 95-102, out. 2014.

Característica	Fonte	Gene	Função
Tolerância ao herbicida 2,4-D	<i>Sphingobium herbicidovorans</i>	<i>aad-1</i>	Desintoxica o herbicida 2,4-D por degradação da cadeia lateral e degrada os enantiômeros R dos herbicidas ariloxifenoxipropionato
Tolerância ao herbicida 2,4-D	<i>Delftia acidovorans</i>	<i>aad-12</i>	Catalisa a degradação da cadeia lateral do herbicida 2,4-D
Tolerância ao herbicida Dicamba	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> cepa DI-6	<i>Dmo</i>	Confere tolerância ao herbicida dicamba (ácido 2-metoxi-3,6-diclorobenzóico) usando dicamba como substrato em uma reação enzimática
Tolerância ao herbicida glufosinato	<i>Streptomyces hygroscopicus</i>	<i>Bar</i>	Elimina a atividade herbicida dos herbicidas glufosinato (fosfotricina) por acetilação
Tolerância ao herbicida glufosinato	<i>Streptomyces viridochromogenes</i>	<i>Pat</i>	Elimina a atividade herbicida dos herbicidas glufosinato (fosfotricina) por acetilação
Tolerância ao herbicida glufosinato	<i>Streptomyces viridochromogenes</i> cepa Tu 494	<i>Pat</i>	Elimina a atividade herbicida dos herbicidas glufosinato (fosfotricina) por acetilação
Tolerância ao herbicida glifosato	<i>Zea mays</i>	<i>2mepsps</i>	Diminui a afinidade de ligação ao glifosato, aumentando assim a tolerância ao herbicida glifosato
Tolerância ao herbicida glifosato	<i>Agrobacterium tumefaciens</i> cepa CP4	<i>cp4 epsps (aroA: CP4)</i>	Diminui a afinidade de ligação ao glifosato, conferindo assim maior tolerância ao herbicida glifosato
Tolerância ao herbicida glifosato	<i>Arthrobacter globiformis</i>	<i>epsps (Ag)</i>	Confere tolerância a herbicidas de glifosato
Tolerância ao herbicida glifosato	<i>Arthrobacter globiformis</i>	<i>epsps grg23ace5</i>	Confere tolerância aos herbicidas glifosato
Tolerância ao herbicida glifosato	<i>Bacillus licheniformis</i>	<i>gat4601</i>	Catalisa a inativação do glifosato, conferindo tolerância aos herbicidas glifosato
Tolerância ao herbicida glifosato	<i>Bacillus licheniformis</i>	<i>gat4621</i>	Catalisa a inativação do glifosato, conferindo tolerância aos herbicidas glifosato
Tolerância ao herbicida glifosato	<i>Ochrobactrum anthropi</i> cepa LBAA	<i>goxv247</i>	Confere tolerância aos herbicidas glifosato, degradando o glifosato em ácido aminometilfosfônico (AMPA) e glioxilato
Tolerância ao herbicida glifosato	<i>Zea mays</i>	<i>mepsps</i>	Confere tolerância a herbicidas de glifosato
Tolerância ao herbicida Imazamox	<i>Arabidopsis thaliana</i>	<i>AtAHAS</i>	tolerância ao herbicida imazamox
Tolerância ao herbicida isoxaflutol	<i>Pseudomonas fluorescens</i> cepa A32	<i>hppdPF W336</i>	Confere tolerância a herbicidas inibidores da HPPD (como isoxaflutol) reduzindo a especificidade do constituinte bioativo do herbicida
Tolerância ao herbicida Oxynil	<i>Klebsiella pneumoniae</i> subsp. Ozaenae	<i>bxn</i>	Elimina a atividade herbicida de herbicidas oxinil (por exemplo, bromoxinil)
Tolerância a herbicida Sulfonilurea	<i>Arabidopsis thaliana</i>	<i>als</i>	Permite a síntese de aminoácidos essenciais na presença de herbicidas sulfonilureias
Tolerância a herbicida Sulfonilurea	<i>Glycine max</i>	<i>gm-hra</i>	Confere tolerância a aplicações de herbicidas à base de sulfonilureia

Tolerância a herbicida Sulfonilurea	<i>Nicotiana tabacum</i> cv. Xanthi	<i>S4-HrA</i>	Permite que a planta sintetize aminoácidos essenciais na presença de herbicidas sulfonilureias
Tolerância a herbicida Sulfonilurea	<i>Nicotiana tabacum</i>	<i>surB</i>	Confere tolerância a herbicidas sulfonilureia e outros herbicidas inibidores da acetolactato sintase (ALS)
Tolerância a herbicida Sulfonilurea	<i>Arabidopsis thaliana</i>	<i>csr1-2</i>	Confere tolerância a herbicidas imidazolinona
Tolerância a herbicida Sulfonilurea	<i>Zea mays</i>	<i>zm-hra</i>	Confere tolerância a herbicidas inibidores da acetolactato sintase, como sulfonilureia e imidazolinona
Resistência a doenças virais	<i>Bean Golden Mosaic Virus</i> (BGMV)	<i>ac1</i> (sentido e anti-sentido)	Inibe a síntese da proteína de replicação viral do Vírus do Mosaico Dourado de Feijão (BGMV), conferindo resistência ao BGMV
Resistência a doenças virais	<i>Cucumovirus do Mosaico do Pepino</i> (CMV)	<i>cmv_cp</i>	Confere resistência ao cucumovírus de mosaico de pepino (CMV) através do mecanismo de “resistência derivada de patógenos”
Resistência a doenças virais	<i>Vírus da folha de batata</i> (PLRV)	<i>plrv_orf1</i>	Confere resistência ao vírus do rolo da folha de batata (PLRV) através do mecanismo de silenciamento genético
Resistência a doenças virais	<i>Vírus da folha de batata</i> (PLRV)	<i>plrv_orf2</i>	Confere resistência ao vírus do rolo da folha de batata (PLRV) através do mecanismo de silenciamento genético
Resistência a doenças virais	<i>Plum pox virus</i> (PPV)	<i>ppv_cp</i>	Confere resistência ao vírus da catapora (PPV) através do mecanismo de “resistência derivada de patógenos”
Resistência a doenças virais	<i>Papaya ringspot virus</i> (PRSV)	<i>prsv_cp</i>	Confere resistência ao vírus do mamão em anel (PRSV) através do mecanismo de “resistência derivada de patógeno”
Resistência a doenças virais	<i>Papaya ringspot virus</i> (PRSV)	<i>prsv_rep</i>	Confere resistência ao vírus do mamão em anel (PRSV) através do mecanismo de silenciamento de genes
Resistência a doenças virais	<i>Potato Virus Y</i> (PVY)	<i>pvy_cp</i>	Confere resistência ao vírus da batata Y (PVY) através do mecanismo de “resistência derivada de patógeno”
Resistência a doenças virais	<i>Potyvirus 2 do mosaico da melancia</i> (WMV2)	<i>wmv_cp</i>	Confere resistência ao potyvirus 2 do mosaico da melancia (WMV2) através do mecanismo de “resistência derivada de patógenos”
Resistência a doenças virais	<i>Potyvirus de mosaico amarelo de abobrinha</i> (ZYMV)	<i>zymv_cp</i>	Confere resistência ao potyvírus de mosaico amarelo de abobrinha (ZYMV) através do mecanismo de “resistência derivada de patógenos”
Resistência a insetos coleópteros	<i>Bacillus thuringiensis</i> , cepa PS149B1	<i>cry34Ab1</i>	Confere resistência a insetos coleópteros, particularmente a larva de milho, danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
Resistência a insetos coleópteros	<i>Bacillus thuringiensis</i> , cepa PS149B1	<i>cry35Ab1</i>	Confere resistência a insetos coleópteros, particularmente a larva de milho, danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
Resistência a insetos coleópteros	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. tenebrionis	<i>cry3A</i>	Confere resistência aos insetos coleópteros danificando seletivamente o revestimento do intestino médio

Resistência a insetos coleópteros	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. kumamotoensis	<i>cry3Bb1</i>	Confere resistência a insetos coleópteros, particularmente a larva de milho, danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
Resistência a insetos coleópteros	<i>Minhoca-raiz-do-milho (Diabrotica virgifera)</i>	<i>dvsnf7</i>	Interferência de RNAi resultante da regulação negativa da função do gene <i>Snf7</i> alvo, levando à mortalidade por Western Root Rootworm.
Resistência a insetos coleópteros	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. tenebrionis	<i>mcry3A</i>	Confere resistência a insetos coleópteros, particularmente pragas de minhocas por danificar seletivamente o revestimento do intestino médio
Resistência a Insetos Hemipteranos	<i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>mCry51Aa2</i>	Confere resistência aos insetos hemipteranos <i>Lygus hesperus</i> e <i>L. lineolaris</i> , danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
Resistência à doença da praga tardia	<i>Solanum bulbocastanum</i>		Resistência de amplo espectro contra raças de <i>Phytophthora infestans</i>
Resistência a insetos lepidópteros	<i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>cry1A</i>	Confere resistência aos insetos lepidópteros, danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
Resistência a insetos lepidópteros	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. kumamotoensis	<i>cry1A.105</i>	Confere resistência aos insetos lepidópteros danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
Resistência a insetos lepidópteros	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. kurstaki	<i>cry1Ab</i>	Confere resistência a insetos lepidópteros danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
Resistência a insetos lepidópteros	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. kumamotoensis	<i>cry1Ab</i>	Confere resistência a insetos lepidópteros danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
Resistência a insetos lepidópteros	<i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>cry1Ab-Ac</i>	Confere resistência aos insetos lepidópteros, danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
Resistência a insetos lepidópteros	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. Kurstaki estirpe HD7	<i>cry1Ac</i>	Confere resistência aos insetos lepidópteros, danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
Resistência a insetos lepidópteros	<i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>cry1C</i>	Confere resistência a insetos lepidópteros, especificamente Spodoptera
Resistência a insetos lepidópteros	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. aizawai	<i>cry1F</i>	Confere resistência aos insetos lepidópteros danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
Resistência a insetos lepidópteros	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. aizawai	<i>cry1Fa2</i>	Confere resistência aos insetos lepidópteros danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
Resistência a insetos lepidópteros	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. kumamotoensis	<i>cry2Ab2</i>	Confere resistência aos insetos lepidópteros danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
Resistência a insetos lepidópteros	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. Dakota	<i>cry2Ae</i>	Confere resistência aos insetos lepidópteros, danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
Resistência a insetos lepidópteros	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. cepa tolworthi BTS02618A	<i>cry9C</i>	Confere resistência aos insetos lepidópteros danificando seletivamente o revestimento do intestino médio
Resistência a insetos lepidópteros	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. aizawai	<i>mocry1F</i>	Confere resistência aos insetos lepidópteros danificando seletivamente o revestimento do intestino médio

Resistência a insetos lepidópteros	<i>Solanum tuberosum</i>	<i>pin11</i>	melhora a defesa contra predadores de insetos, reduzindo a digestibilidade e a qualidade nutricional das folhas
Resistência a insetos lepidópteros	<i>Bacillus thuringiensis</i> cepa AB88	<i>vip3A (a)</i>	Confere resistência aos danos na alimentação causados por insetos lepidópteros ao danificar seletivamente o revestimento do intestino médio
Resistência a insetos lepidópteros	<i>Bacillus thuringiensis</i> cepa AB88	<i>vip3Aa20</i>	Confere resistência ao dano alimentar causado por insetos lepidópteros, danificando seletivamente o intestino médio
Tolerância ao estresse hídrico	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>cspB</i>	Mantém funções celulares normais sob condições de estresse hídrico, preservando a estabilidade e a tradução do RNA
Tolerância ao estresse hídrico	<i>Escherichia coli</i>	<i>EcBetA</i>	Catalisa a produção do composto osmoprotetor glicina betaína conferindo tolerância ao estresse hídrico
Tolerância ao estresse hídrico	<i>Helianthus annuus</i>	<i>Hahb-4</i>	O fator de transcrição Hahb-4 se liga a uma região reguladora da transcrição da desidratação da planta
Tolerância ao estresse hídrico	<i>Rhizobium meliloti</i>	<i>RmBetA</i>	Catalisa a produção do composto osmoprotetor glicina betaína conferindo tolerância ao estresse hídrico

Tabela 1- Organismos geneticamente modificados, com os respectivos genes e características de interesse envolvidos.

Fonte: <http://www.isaaa.org/gmaprovaldatabase/geneslist/default.asp>

ADOÇÃO DE PREPARADOS HOMEOPÁTICOS NO MANEJO ECOLÓGICO DE FORMIGAS CORTADEIRAS: UMA OPÇÃO NA BUSCA POR PRÁTICAS AGRÍCOLAS SUSTENTÁVEIS

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 01/06/2020

Alexandre Giesel

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Pós-Graduação em Agroecossistemas
Dois Vizinhos - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/9345227514168160>

Patricia Fernandes

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Curso de Engenharia Florestal
Dois Vizinhos – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/3499929099030426>

RESUMO: Formigas cortadeiras são insetos eussociais que praticam agricultura primitiva no cultivo de seu fungo simbionte (*Leucoagaricus* spp). Para isso, as formigas cortadeiras necessitam praticar o forrageamento de espécies vegetais que servirão de substrato para o cultivo de seu jardim de fungo, o qual representa a real fonte alimentar da sociedade, principalmente da rainha e das formas jovens. Esta prática de forrageamento de espécies vegetais realizado pelas formigas cortadeiras, muitas vezes entra em atrito com as práticas agrícolas humanas, que dominam a paisagem e não deixam

alternativa alimentar aos insetos senão os cultivos agrícolas. Desta forma competem diretamente com seres humanos, provocando a limitação de produção e produtividade agrícola, podendo inviabilizar a implantação ou condução de uma determinada atividade no meio rural. Para o manejo das formigas cortadeiras são utilizados inseticidas de alto poder residual, em sua maioria na forma de iscas tóxicas, o que torna estes produtos altamente contaminantes. Deste modo, observa-se a necessidade do desenvolvimento de técnicas de manejo de formigas cortadeiras que tenham uma característica ecológica, que venham a promover uma segurança tanto em relação a homem quanto ao meio ambiente. Dentre técnicas ecológicas que estão sendo estudadas, destacam-se os preparados homeopáticos que representam um recurso de fácil implementação na agricultura, os quais possuem ação direta aos organismos perturbadores, tais como as formigas cortadeiras, podendo ser utilizada em processos de resistência de plantas ou no ataque direto destes organismos nocivos em diversos cultivos.

PALAVRAS-CHAVE: homeopatia; agrohomenopatia; formigas cortadeiras

ADOPTION OF HOMEOPATHIC PREPARATIONS IN THE ECOLOGICAL MANAGEMENT OF LEAF-CUTTER ANTS: AN OPTION IN THE SEARCH FOR SUSTAINABLE AGRICULTURAL PRACTICES

ABSTRACT: The leaf-cutter ants are eusocial insects that practice primitive agriculture in the cultivation of their symbiont fungus. For this, the leafcutter ants need to practice foraging vegetable species that will serve as a substrate for the cultivation of their fungus garden, which represents the real food source of society, especially the queen and young forms. This foraging practice of plant species carried out by leaf-cutter ants often clashes with human agricultural practices, which dominate the landscape and leave no alternative to feeding insects but agricultural crops. In this way they compete directly with human beings, causing the limitation of agricultural production and productivity, which may make it impossible to implement or conduct a certain activity in rural areas. For the management of the leaf-cutting ants, insecticides of high residual power are used, mostly in the form of toxic baits, which makes these products highly contaminating. In this way, it is observed the need to develop techniques for the management of leaf-cutter ants that have an ecological characteristic, which will promote safety both in relation to man and the environment. Among the ecological techniques that are being studied, the homeopathic preparations that represent a resource of easy implementation in agriculture, which have direct action to disturbing organisms, such as leaf-cutter ants, and can be used in processes of resistance of plants or in the direct attack of these harmful organisms in several crops, stand out.

KEYWORDS: agrohomeopathy; homeopathy; Leaf-cutting ants

INTRODUÇÃO

As formigas cortadeiras formam uma das sociedades mais evoluídas da natureza, fato este relacionado ao seu modo peculiar de organização comunitária entre seus membros, e seu modo de sobrevivência na obtenção de alimento. As formigas cortadeiras recebem este nome pelo seu hábito de forragear, que consiste na atividade de cortar e transportar materiais vegetativos para os seus formigueiros. Este material forrageado será utilizado como fonte de substrato para o cultivo de fungo simbiote (*Leucoagaricus* spp), o qual representa a real fonte alimentar de toda a sociedade (MANTRAGOLO et al., 2010). Este hábito de forrageamento, muitas vezes compete diretamente com a produção de alimentos humana, podendo vir gerar danos diretos e indiretos aos diversos cultivos existentes (MADRANGOLO et al., 2010). Também pode representar um dos principais fatores limitantes da produtividade agrícola, e inclusive inviabilizar a implantação de uma determinada atividade no meio rural (DELLA LUCIA et al., 2011). Estas ações negativas podem ainda ser agravadas pelo comportamento oportunista demonstrado pelas formigas cortadeiras, principalmente em áreas degradadas pela agricultura, aliado ao uso

indiscriminado de agrotóxicos, que propiciam uma redução na população de possíveis inimigos naturais (BRAGANÇA et al., 2011).

No entanto, apesar das formigas cortadeiras serem consideradas insetos pragas na maioria dos agroecossistemas, estes insetos prestam diversos serviços ecológicos nos ecossistemas naturais (NEPSTAD e DAVIDSON, 2003). Integram-se essas formigas diretamente a cadeia trófica de inúmeros ecossistemas e participam diretamente de teias e cadeias alimentares (NEPSTAD e DAVIDSON, 2003). Também colaboram na reciclagem de matéria orgânica, através do revolvimento do solo, ou pela decomposição dos rejeitos depositados pelas próprias formigas no entorno dos formigueiros. Ainda auxiliam na quebra de dormência de sementes de diversas espécies vegetais, principalmente de espécies nativas, promovendo também a dispersão secundária de sementes (PETERNELLI et al., 2009).

Uma vez comprovados os benefícios da presença das formigas cortadeiras em diferentes ecossistemas, novas estratégias de manejo destes insetos, quando se tornam pragas, devem ser incentivadas. Estas estratégias deverão buscar sempre a preservação ambiental através da manutenção do equilíbrio ecológico, da capacidade de resiliência e da resistência ambiental.

Para o manejo de formigas cortadeiras são utilizados em sua maioria os métodos convencionais de controle, baseados na utilização de uma grande quantidade de inseticidas sintéticos, de ação não seletiva, com alto poder residual em sua maioria na forma de iscas tóxicas (BRANDÃO, 2003). A elevada toxicidade destes inseticidas sintéticos utilizados no controle de formigas cortadeiras pode provocar graves problemas de ordem ambiental, levando à contaminação de ecossistemas, desde os lençóis freáticos até a contaminação de animais incluindo os próprios seres humanos. Outro aspecto importante está na restrição da utilização de agrotóxicos sintéticos para o manejo de doenças e insetos pragas em sistemas de produção de modo ecológico, principalmente aqueles que possuem certificação ecológica, necessitando assim a utilização de técnicas de manejo ecológico na busca da preservação ambiental.

Uma possibilidade que surgiu recentemente no manejo ecológico de doenças em plantas e insetos pragas é a utilização de preparados homeopáticos. Segundo Lensi et al. (2010) preparados homeopáticos utilizados no manejo ecológico procuram restaurar a saúde do organismo (agroecossistema) como um todo, seguindo uma visão sistêmica de cultivo. Preparados homeopáticos consideram, pela sua essência, as complexas interações existentes dentro dos agroecossistemas, propiciando tecnologia apropriada para ajudar a projetar sistemas de agricultura ambientalmente sustentáveis (LISBOA et al., 2007). De acordo com Bonato (2003), preparados homeopáticos podem ser utilizados na restauração do equilíbrio dinâmico de um determinado agroecossistema, destinando sua ação a um determinado ponto de perturbação, como insetos pragas ou doenças que possam acometer os diversos cultivos agrícolas. Os preparados homeopáticos podem

ser obtidos a partir de recursos locais, como os nosódios, feitos a partir do próprio agente causal do distúrbio, constituindo assim como uma ferramenta simples, versátil e barata que auxilia os agricultores na superação rápida de problemas observados em suas áreas de cultivo (BONATO et al., 2003)

Os preparados homeopáticos podem ser obtidos por diferentes métodos, como o hahnemanniano (CH), korsakoviano (K), fluxo contínuo (FC) e cinquenta milesimal (LM) (FARMACOPÉIA HOMEOPÁTICA BRASILEIRA, 2020). Para o método hahnemanniano, diferentes escalas podem ser trabalhadas, como a centesimal (CH) ou cinquenta milesimal, incluindo neste grupo a diluição decimal descrita por Hering, todas estas utilizando frascos múltiplos (FARMACOPÉIA HOMEOPÁTICA BRASILEIRA, 2020). A diversidade na forma de preparado homeopático pode resultar em uma diferenciação dos seus efeitos sobre os diversos distúrbios que podem acometer os agroecossistemas. Segundo Bonato et al. (2003) preparados homeopáticos devem ser testados em sistemas produtivos agrícolas, uma vez que os organismos são bastante diferentes entre os reinos naturais.

CONHECENDO AS FORMIGAS CORTADEIRAS

As espécies de formigas cortadeiras pertencentes à tribo Attini agrupam-se em dois gêneros de interesse agrícola, *Atta* (saúvas) e *Acromyrmex* (quenquéns) (DELLA LUCIA et al., 2011). Os gêneros *Atta* e *Acromyrmex* ocorrem somente no continente americano. Quase todos os países americanos têm saúvas, tendo-se por exceção o Chile, algumas ilhas das Antilhas e o Canadá. As quenquéns ocorrem desde os Estados Unidos até a América do Sul, com exceção do Chile (DELLA LUCIA et al., 2011).

As formigas cortadeiras de ambos os gêneros são insetos sociais, divididos em castas temporárias reprodutivas aladas, fêmeas (iças) e machos (bitus), e as castas permanentes formadas pela rainha, operárias jardineiras, cortadeiras e soldados. As castas permanentes são compostas somente por fêmeas possuindo tamanhos e atividades diferenciadas dentro da sociedade (aloetismo).

As diferentes castas de operárias desempenham inúmeras tarefas na manutenção e sobrevivência da sociedade, como por exemplo as castas de operárias jardineiras que têm como tarefa a manutenção da colônia de fungos e cuidados com a prole. As operárias carregadeiras têm função de localização, corte e transporte de material vegetal para o interior do formigueiro. As formigas soldadas têm a função de proteção da colônia, mas também trabalham como cortadeiras. A longevidade das operárias e das formigas soldados é de no máximo 6 meses (DELLA LUCIA et al., 2011). O tempo de vida de um formigueiro é determinado pela rainha, uma vez que somente ela põe ovos, nascendo diversas castas operárias. Estas castas de formigas, por sua vez, não sobrevivem sem a rainha, pois morreriam de fome causada pela desorganização social. A rainha representa o sistema

nervoso, endocrinológico e reprodutivo do formigueiro. Formigueiros de *Atta* spp. em laboratório chegaram aos 15 anos e de *Acromyrmex* spp. aos 7 anos (MARICONI, 1970).

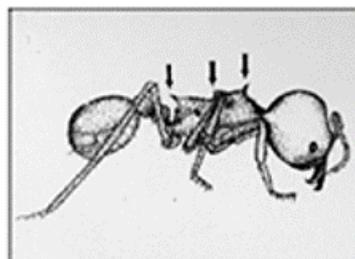
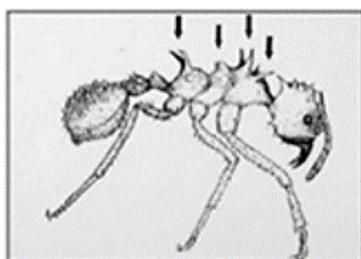
No Brasil o gênero *Atta* (saúvas) compreende 10 espécies e 3 sub-espécies, tendo indivíduos e formigueiros maiores do que as espécies do gênero *Acromyrmex* (quenquéns), seus formigueiros apresentam grande dimensão formado por inúmeras painelas, podendo chegar até 8 metros de profundidade, com característica superficial semelhante a terra lavrada (DELLA LUCIA e ARAÚJO, 1993). O padrão de tamanho das formigas de um “sauveiro” é de até duas vezes maior que as de um “quenquenzeiro”. Um “sauveiro” maduro apresenta um grupo de operárias conhecidas por “cabeçudas”, por possuírem uma cabeça muito grande e fortes mandíbulas visivelmente maiores que as outras formigas (DELLA LUCIA e ARAÚJO, 1993).

As quenquéns compreendem várias espécies de formigas cortadeiras que se diferenciam das saúvas tanto pelo pequeno tamanho de suas operárias como pela dimensão reduzida de seus formigueiros. Existem em torno de 20 espécies e 9 subespécies de quenquéns em todo o Brasil, conhecidas como formigas raspa-raspa, ciscadeira, mineira, boca-de-capim além de outras denominações regionais (DELLA LUCIA et al., 1993). Os formigueiros de quenquéns são mais superficiais, formados por, no máximo, três painelas e menos populosos que os formigueiros de saúvas. Ao contrário das saúvas, as formigas quenquéns, mudam seus formigueiros de local com certa facilidade, aproveitando-se de frestas, buracos e pequenas escavações que geralmente as cobrem com gravetos, ciscos e folhas secas (DELLA LUCIA e ARAÚJO, 1993).

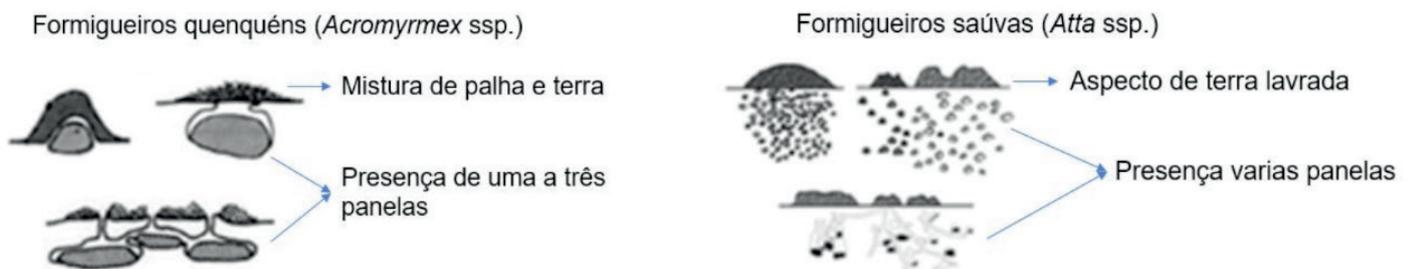
Na figura abaixo encontram-se as principais diferenças entre os principais gêneros de formigas cortadeiras de interesse agrícola, em (a) a morfologia dos indivíduos e em (b) a características dos formigueiros:

a) Morfologia dos indivíduos

Quenquéns (<i>Acromyrmex</i> spp.)	Saúvas (<i>Atta</i> spp.)
Operárias com quatro ou cinco pares de espinho dorsais no tórax	Operárias com três pares de espinho dorsais no tórax
Soldados com tamanho (8 á 10 mm)	Soldados com tamanho (12 á 15 mm)
Formigueiros com 1 á 3 painelas	Formigueiros com várias painelas
Formigueiro formado com mistura de terra e cisco aparente	Formigueiro com aspecto de terra lavrada, ocupando grande área.



b) Características visuais e estruturais de formigueiros de cortadeiras



As formigas cortadeiras cortam parte dos vegetais e carregam as partículas para o formigueiro, para propiciar o crescimento de fungos, os quais constituem a base da organização alimentar da sociedade como um todo, que trabalha arduamente e coletivamente nesta atividade (FOWLER et al., 1991). Desta maneira, há uma concorrência com o próprio ser humano nos cultivos, pois a formiga cortadeira representa uma ameaça à produção de alimentos (FOWLER et al., 1991).

No Brasil, os prejuízos causados pelas saúvas têm recebido menção desde o século XVI (MARICONI, 1970). Desde então, diversas tentativas foram realizadas com o intuito de estimar os danos causados pelas formigas cortadeiras aos plantios agrícolas. Embora muitos desses cálculos esteja super ou subestimados, é inegável que as perdas ocasionadas por formigas cortadeiras, muitas vezes tem inviabilizado a implantação de novos cultivos (FOWLER et al., 1991).

Não obstante, as formigas cortadeiras assumem também um importante papel ecológico nos ecossistemas naturais, sendo frequentemente consideradas como “espécies-chave”, pois fazem parte da biomassa de inúmeras cadeias e teias alimentares, podendo chegar a 40% da biomassa de invertebrados presentes num determinado ambiente (JAFFÉ-JAFÉ, 2002). Como exemplo de serviços ecológicos prestados pelas formigas destaca-se a morte de um formigueiro, o qual deixa um ativo ambiental favorável a rearborização por proporcionar a reestruturação do solo, infiltração de água, acúmulo de nutrientes e aumento da matéria orgânica (LEAL et al., 2014).

O desmatamento e a introdução de monoculturas agrícolas e florestais têm fornecido ambiente ideal para a propagação e ocupação de áreas antes não ocupadas. O comportamento da formiga cortadeira é indicativo de sua interação com o habitat e a disponibilidade de forragem. Áreas degradadas pela agricultura são pobres em espécies predadoras naturais, promovendo a multiplicação exagerada de formigas cortadeiras que se tornam facilmente pragas, fato este relacionado ao seu comportamento oportunista, necessitando assim de manejos para o seu controle.

MANEJO DA FORMIGA CORTADEIRA

Em razão de sua importância econômica, as formigas cortadeiras tem sido alvo das mais diversas tentativas de controle que incluem desde as receitas caseiras, transmitidas de geração para geração, até recursos de alta tecnologia (DELLA LUCIA e VILELA, 1993).

As formigas cortadeiras podem ser controladas através de métodos mecânicos, culturais, biológicos ou químicos. Os métodos químicos são os mais utilizados, sendo estes: o formicida aplicado diretamente nos ninhos, nas formulações em pó, líquida ou neblináveis; iscas granuladas aplicadas nas proximidades dos formigueiros junto aos carreiros e/ou olheiros. Deste modo, todos os anos são utilizadas milhares de toneladas de formicidas e iscas granuladas, cujo princípio ativo é um organoclorado reconhecidamente carcinogênico, com alto poder residual.

Os formicidas, assim como todos os agrotóxicos, apresentam efeito temporário ou até mesmo insuficiente, além de causar danos diretos e indiretos ao ambiente, gerando grande preocupação ecológica. As iscas granuladas apresentam compostos químicos de maior persistência, que se movimentam através do ambiente, especialmente pelos cursos d'água e são depositados nos lagos e oceanos, ou até mesmo incorporados diretamente por animais (BOARETO e FORTI, 1997). Uma vez incorporados nos organismos, os resíduos tóxicos através da solubilidade e persistência em lipídios são acumulados e transferidos de um nível trófico a outro nas cadeias alimentares (CARVALHO, 2000). O uso indiscriminado de agrotóxicos quer por descuido ou por ignorância são manipulados sem os menores cuidados. Em face ao exposto, torna-se necessário mudar o paradigma agrônomo reconstruindo a agricultura com práticas fitossanitárias menos impactantes, tais como as terapias homeopáticas (GONÇALVES e BOFF, 2002).

UM POUCO DA HISTÓRIA DA HOMEOPATIA

A ciência da Homeopatia foi criada pelo médico alemão Christian Friedrich Samuel Hahnemann (1755-1843). Desde 1796, os preparados homeopáticos são experimentados e aplicados no equilíbrio de organismos vivos, inicialmente aplicados a seres humanos. Hahnemann apresentou sua linha de pensamentos que inclui os princípios da experimentação dos medicamentos homeopáticos em humanos, pelo conceito de semelhança. Na década de 40 do século XIX, a homeopatia chegou ao Brasil, trazida por Behoit Mure, um discípulo de Hahnemann (BONATO, 2004). Para o preparo das homeopatias, usa-se matéria-prima originada do reino vegetal, animal e mineral, além, de produtos metabólicos e patológicos como secreções, pus, penas, urina, sangue, dentre outros (ARRUDA et al., 2005).

O modo de preparo das homeopatias envolve diluições e succussões sucessivas das substâncias matrizes, processo conhecido como dinamização. Na diluição seguem-

se diferentes escalas, sendo a centesimal a diluição mais utilizada por Hahnemann. Na homeopatia considera-se que após a 12ª diluição centesimal não há mais a presença de qualquer molécula da substância original, mas apenas o registro de suas informações, garantido pelo processo concomitante da sucussão (CASALI et al., 2006).

A prática terapêutica da homeopatia precisa ser adaptada para aplicação em outros organismos, visto que toda a sua experimentação foi realizada no homem sadio formando um conjunto de patogenesias, sendo catalogados mais de 5000 preparados na matéria médica homeopática (CASALI et al., 2006). Sua aplicação para tratamento de outros organismos implica num extensivo trabalho devido ao processo de repertorização. Por comparação aos sintomas físicos apresentados na matéria médica humana, pode-se obter preparados para fins fitossanitários, necessitando assim de pesquisas da aplicação de preparados homeopáticos em organismos sadios, de diversos gêneros e espécies, observando os efeitos manifestados com o tratamento.

APLICAÇÃO DA HOMEOPATIA EM SISTEMAS DE CULTIVOS

A homeopatia aplicada à agricultura, agrohhomeopatia, significa qualidade ambiental e maior segurança aos trabalhadores rurais e aos consumidores, porque usa-se de suas características não residuais, dada a sua utilização em concentrações infinitesimais de matéria (GONÇALVES e BOFF, 2002). Em 2004, a Homeopatia foi certificada como Tecnologia Social pela UNESCO/Fundação Banco do Brasil. Ser tecnologia social implica em resolver de modo eficiente o uso racional da terra e dos recursos naturais, a produção de alimentos saudáveis, promover a independência da família agrícola, ser de baixo custo e acessível, favorecendo a inclusão social. Entretanto, o potencial da Homeopatia na agropecuária orgânica extrapola o nível de insumo, sendo grande sua contribuição na compreensão dos processos de adoecimento e cura e suas interações. Visa também a saúde no meio rural, o controle consciente do ataque de insetos e a convivência harmoniosa com o ambiente (CASALI et al, 2006).

A adoção da homeopatia leva em consideração as causas do adoecimento e o histórico de uso da área e dos recursos, à medida que se integra com o agroecossistema. Deste modo, a homeopatia favorece a compreensão das relações e interações, bem como o direcionamento dos processos evolutivos. Neste sentido, os preparados homeopáticos podem potencializar práticas de manejo, devido às quantidades mínimas de matéria-prima necessárias para a sua elaboração não deixando resíduos no ambiente, além de que os preparados homeopáticos não causam extermínio de espécies e sim organizam e equilibram as populações (ANDRADE, 2004).

Os fundamentos da Homeopatia são coerentes com os princípios da agricultura ecológica, podendo-se ter contribuições valiosas às técnicas de manejo, por permitir avanço na compreensão mais profunda dos desequilíbrios e o caminho natural da cura

(ANDRADE, 2004). Naturalmente, o desequilíbrio/doença, bem como o reequilíbrio/cura, envolve dinamismo, adaptação e evolução, que pode ser favorecido pelos preparados recursos homeopáticos (CASALI et al., 2006)

A visão homeopática permite ainda a compreensão do estado de vitalidade do sistema agrícola (ARRUDA et al., 2005). Como uma derivação da homeopatia, podemos utilizar a forma terapêutica Isopatia, que utiliza como fonte para o preparado homeopático o próprio agente causador da doença ou praga, constituindo-se em uma excelente possibilidade de manejo ecológico de doenças e pragas em plantas (CASALI et al, 2006). Deste modo, a agrohhomeopatia apresenta-se com excelente ferramenta de uso no manejo de insetos que se tornaram pragas, como as formigas cortadeiras.

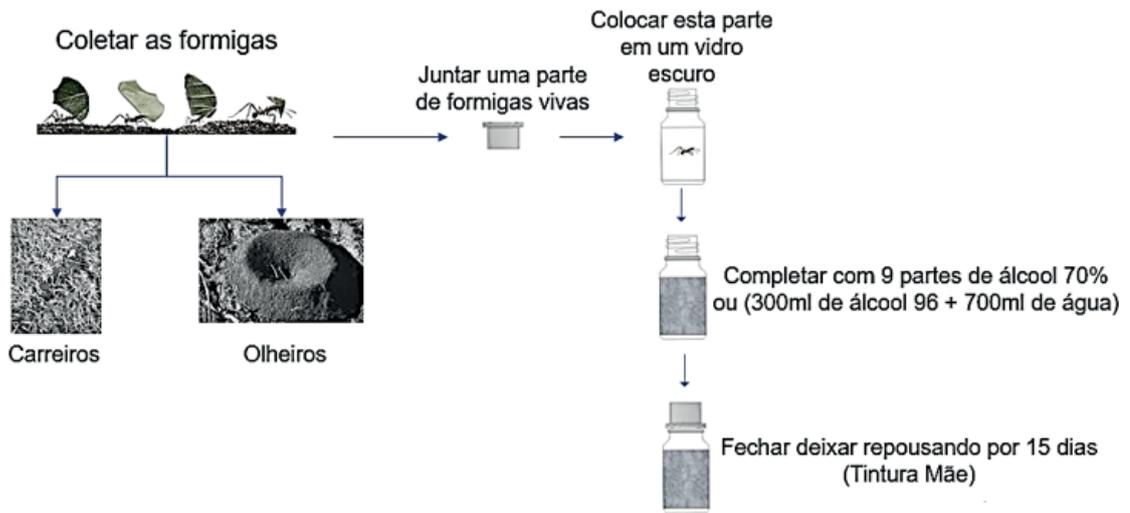
APLICAÇÕES DE PREPARADOS HOMEOPÁTICOS NO MANEJO ECOLÓGICO DE FORMIGAS CORTADEIRAS

A utilização de preparados homeopáticos no manejo de formigas cortadeiras já tem demonstrando resultados promissores. Em trabalho realizado por Giesel et al. (2017) foi verificado a ação efetiva de preparados homeopáticos sobre a redução da atividade forrageira de formigas cortadeiras de ambos os gêneros *Acromyrmex*. Os mesmos autores testaram ainda duas formas de obtenção de tintura mãe (triturado e macerado), e a preparação homeopática em diferentes potências e métodos, apresentando destaque para as potências 6 e 30 nos métodos Centesimal hahnemanniano (CH) e Cenetesimal Korsakoviana (CK).

PREPARAÇÃO HOMEOPÁTICA

a) Obtenção da tintura mãe

A preparação homeopática inicia-se pela obtenção da tintura mãe. Esta, por sua vez, pelos métodos de trituração e maceração, seguindo o descrito pela farmacopéia homeopática brasileira (2020). O método de obtenção da tintura mãe feita por trituração é mais usual em ambientes laboratoriais, devido o processo ser mais minucioso, exigindo material adequado para o seu labor. O método de maceração é o método mais comumente empregado dada a facilidade de obtenção, o que poderá ser facilmente empregado no ambiente rural. Na figura abaixo está descrita a forma de obtenção da tintura mãe feito através do método de maceração de formigas cortadeiras:

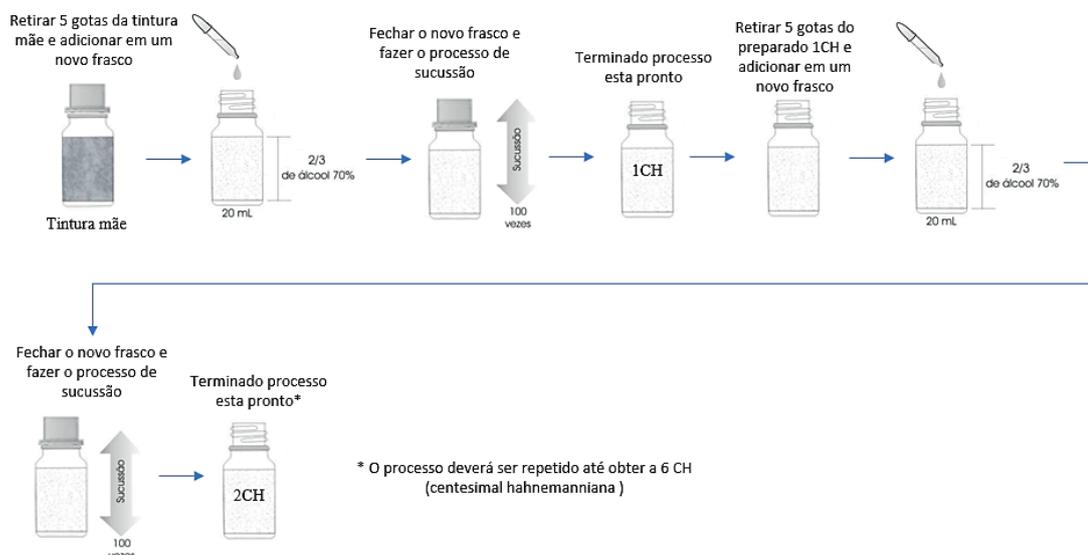


Uma vez obtida a tintura mãe, esta poderá ser utilizada imediatamente, ou armazenada em local protegida da luz direta, preferencialmente em vidro de cor âmbar. Caso não se tenha este material, o recipiente poderá ser protegido pela utilização de papel alumínio ou papel pardo.

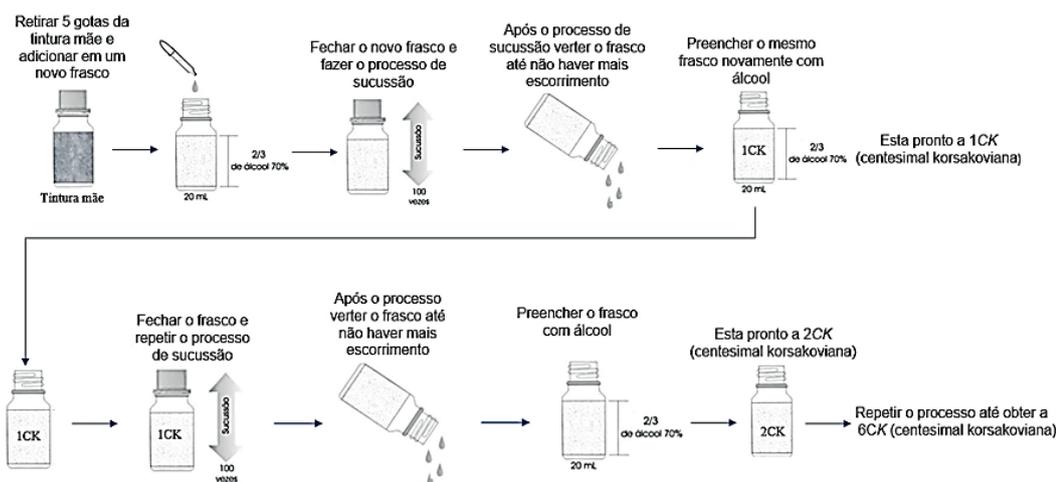
b) Obtenção dos preparados homeopáticos

Uma vez obtida a tintura mãe, poderá ser feita a preparação homeopática. Aqui serão descritos os métodos Centesimal hahnemanniano (CH) e Centesimal Korsakoviana, devido sua aplicação prática e seus resultados já comprovados no manejo de formigas cortadeiras. Abaixo as figuras ilustram a descrição das etapas de obtenção dos respectivos preparados homeopáticos.

- Método hahnemanniano (centesimal)

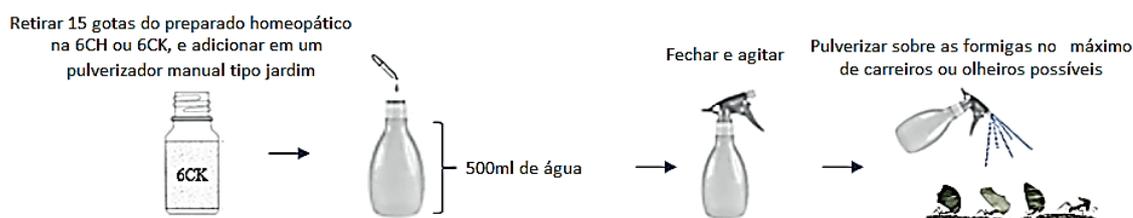


- Método korsakoviano (centesimal)



c) Aplicação dos preparados homeopáticos

Uma vez obtidos os preparados homeopáticos estes poderão ser aplicados conforme a figura abaixo.



A frequência de aplicação do preparado homeopático é de 5 a 10 dias, dependendo da redução da atividade das formigas das formigas cortadeiras.

Caso se queira armazenar o preparado homeopático, este em sua penúltima potência de preparo deverá ser feito em álcool, para que se aumente seu tempo de conservação, que será maior dependendo do grau alcóolico utilizado. Este tempo poderá ser de até dois anos na utilização, por exemplo, de álcool 70%, desde que este esteja armazenado de forma adequada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A homeopatia como prática popular de uso na agricultura tem base legal regulamentada pela Lei nº 10.831, do Ministério da Agricultura e Abastecimento, por meio da Instrução Normativa nº 46/2011. Preparados homeopáticos não tem ação residual, por isso não causam contaminação no meio ambiente, e podem ser feitos a partir de qualquer inseto que esteja acometendo ataque em cultivos agrícolas, e também através de partes de plantas doentes.

A utilização de preparados homeopáticos obtidos a partir do próprio agente causal do distúrbio em plantas (nosódios) funcionam como ferramentas emergenciais na redução da ação deste agente.

Desta forma, preparados homeopáticos feitos a partir de formigas cortadeiras devem ser utilizados nos períodos mais críticos do ataque destes insetos aos cultivos, suprimindo a atividade forrageira e evitando, deste modo, possíveis perdas na produção. Neste caso, quanto ocorrer alta atividade de formigas cortadeiras, podem-se aplicar os preparados homeopáticos para promover a redução da atividade forrageira, restaurando o equilíbrio do ambiente. A supressão da atividade forrageira permitiria o estabelecimento de uma convivência entre as formigas cortadeiras e os sistemas de cultivos agrícolas, respeitando assim os princípios agroecológicos de sustentabilidade. Segundo Hahnemann, a Ciência da Homeopatia está embasada nas leis da natureza, por isto podem ser aplicadas a todos os organismos vivos. A facilidade da adoção de práticas ecológica através de preparados homeopáticos para agricultura, principalmente a orgânica, possibilita a sua implementação no meio rural, podendo representar uma importante ferramenta no manejo integrado ecológico de insetos e doenças em plantas.

REFERÊNCIAS

- ARRUDA, V.M.; CASTRO, D.M.C. Homeopatia tri-una na agronomia. Viçosa: Suprema Gráfica, 2005. p.119.
- BOARETO, M.A.C.; FORTI, L.C. Perspectivas no controle de formigas cortadeiras. Série Técnica IPEF, v.2, p. 31-46, 1997.
- BONATO, C. M. Mecanismo de atuação da homeopatia em plantas. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE HOMEOPATIA NA AGROPECUÁRIA ORGÂNICA, 5, 2004, Toledo, Anais... Viçosa: UFV-DFT, 2004. p. 17-44.
- BONATO, C. M.; SILVA, E. P. Effect of the homeopathic solution Sulphur on the growth and productivity of radish. Acta Scientiarum Agronomy, v. 25, n. 4, p. 259-263, 2003.
- BRAGANÇA, M. L. B. Parasitóides de formigas cortadeiras. In: Della Lucia, T.M.C. (Ed.). Formigas cortadeiras da bioecologia ao manejo. Viçosa: Ed. Folha Nova de Viçosa, 2011. cap. 19, p. 322-343.
- BRANDÃO, C. R. F. Further revisionary studies on the ant genus *Megalomyrmex* Forel (Hymenoptera:Formicidae: Myrmicinae: Solenopsidini). Papéis Avulsos de Zoologia, v.43, n.8, p. 145-159, 2003.
- CARVALHO, I.S. Agrotóxicos-Usos e Implicações: Mundo & vida, 2, 2000. p. 29-41.
- CASALI, V.W.D.; CASTRO, D.M.; ANDRADE, F.M.C.; LISBOA, S.P. Homeopatia: bases e princípios. Viçosa: UFV, 2006.140p.
- DELLA LUCIA, T. M. C.; ARAÚJO, M.S. Fundação e estabelecimento de formigueiros. In: Della Lucia, T.M.C. (Ed.). As Formigas Cortadeiras. Viçosa: Ed. Folha Nova de Viçosa, 1993. cap. 7, p. 60-75.
- DELLA LUCIA, T. M. C.; ARAÚJO, M.S. Fundação e estabelecimento de formigueiros. In: Della Lucia, T.M.C. (Ed.). As Formigas Cortadeiras. Viçosa: Ed. Folha Nova de Viçosa, 1993. cap. 7, p. 60-75.

DELLA LUCIA, T. M. C.; VILELA, E.F. Métodos atuais de controle e perspectivas. In: Della Lucia, T.M.C. As Formigas Cortadeiras. Viçosa: Ed. Folha Nova de Viçosa, 1993. cap. 12, p. 163-179.

FARMACOPÉIA HOMEOPÁTICA BRASILEIRA, 2013. Disponível em www.anvisa.gov.br/hotsite/farmacopeiabrasileira/conteudo/3a_edicao.pdf acesso em: 18 Jul. 2013.

FOWLER, H.G.; STILES, E.W. Conservative resource management by leaf-cutting ants. The role of foraging territories and trails, and environmental patchiness. *Sociobiology*, São Paulo, v. 4, p. 24-41. 1991.

GIESEL, A., BOFF, M. I. C., BOFF, P. Dynamized high dilutions for management of the leafcutter ant *Acromyrmex laticeps* Emery (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 39, n. 4, p. 497-503, 2017.

GONÇALVES, P.A.S.; BOFF, P. Manejo agroecológico de pragas e doenças: conceitos e definições. *Revista Agropecuária Catarinense*, v. 15, p. 51-54, 2002.

KLAUS-JAFFÉ, C., 1993. El mundo de las hormigas. Univercida Simon Bolivar. Bolivia, 183p.

LEAL, I. R.; WIRTH, R.; TABARELLI, M. The multiple impacts of leaf-cutting ants and their novel ecological role in human-modified neotropical forests. *Biotropica*, v. 46, n. 5, p. 516-528, 2014.

LENSI, M. M.; SIQUEIRA, T. J.; SILVA, G. H. A pilot study of the influence of *Natrum muriaticum* 6 CH and 30 CH in a standardized culture of *Phaseolus vulgaris* L. *International journal of high dilution*, v. 9, n. 30, p. 43-50, 2010.

MANTRAGOLO, C. A. R.; CASTRO, R. V. O.; DELLA LUCIA, T. M. C.; DELLA LUCIA, R. M.; MENDES, A. F. N.; COSTA, J. M. F. M.; LEITE, H. G. Crescimento de eucalipto sob efeito de desfolhamento artificial. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 45, n.9, p. 952-957, 2010.

MARICONI, F. A. M. As saúvas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1970. 167p.

NEPSTAD, D. C.; DAVIDSON, E. A. Influence of leaf-cutting ant nest on secondary forest growth and soil properties in Amazonia. *Ecology*, v.84, n.5, p. 1264-1276, 2003.

PETERNELLI, E. F. O.; DELLA LUCIA, T. M. C.; PETERNELLI, L. A.; MOREIRA, N. C. Seed transport and removal of the elaiosome of *Mabea fistulifera* by workers of *Atta sexdens rubripilosa* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*, v. 53, n. 1, p. 275-290, 2009.

ANÁLISE DA PERCEPÇÃO SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS NA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA, CAMPUS BELÉM, PARÁ, BRASIL

Data de aceite: 01/07/2020

Data da submissão: 07/04/2020

Douglas Matheus das Neves Santos

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém-PA

<http://lattes.cnpq.br/8865610521814083>

Daniela Samara Abreu das Chagas

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém-PA

<http://lattes.cnpq.br/5823563858296448>

William de Brito Pantoja

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém-PA

<http://lattes.cnpq.br/7245060981828734>

Fiana Kelly Melo Nunes

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém-PA

<http://lattes.cnpq.br/2562146733041497>

Danúbia Leão de Freitas

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – PA

<http://lattes.cnpq.br/9655471234872805>

Paulo Roberto Estumano Beltrão Júnior

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – PA

<http://lattes.cnpq.br/0336937048636729>

Yuri Antônio da Silva Rocha

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – PA

<http://lattes.cnpq.br/2137940651590314>

Daniilo Mercês Freitas

Universidade Federal do Pará
Belém-PA

<http://lattes.cnpq.br/9492621738026447>

Mário Lopes da Silva Júnior

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém-PA

<http://lattes.cnpq.br/2220699289355930>

RESUMO: O presente trabalho tem como finalidade apresentar uma discussão a respeito da percepção que a comunidade acadêmica da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, campus Belém, apresenta frente à problemática de resíduos sólidos gerado na mesma. Nesse contexto, foram abordados temas como a separação do lixo, a conscientização dessa comunidade e a destinação adequada dos resíduos que são produzidos no campus diariamente. No que se refere aos procedimentos metodológicos utilizados, o trabalho se caracteriza por sua abordagem qualitativa, buscando as diferentes opiniões do público alvo. Quanto aos meios,

caracteriza-se como um estudo de caso, descritivo e com referencial bibliográfico, que deu base para o entendimento acerca do tema. A coleta de dados foi através de um formulário eletrônico visando obter a percepção sobre resíduos sólidos da comunidade presentes na instituição, abrangendo os docentes, discentes, servidores e técnicos. Para a produção do formulário, foram estipuladas perguntas as quais abordassem a temática de resíduos sólidos, desde perguntas introdutórias ao tema, até mesmo a percepção de projetos voltados a esse eixo na instituição. Os principais resultados obtidos referem-se à percepção de práticas corretas voltadas à destinação dos resíduos, bem como medidas para a conscientização do público-alvo. A partir dos resultados obtidos, os frequentadores da universidade ainda carecem da conscientização mais profunda no que diz respeito aos resíduos e, a partir disso, é necessária uma maior e mais incisiva divulgação, bem como o debate, da temática, para, então, buscar colocar em prática ações sustentáveis que visem o bem do meio ambiente e das pessoas responsáveis por ele.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos sólidos; Conscientização; Comunidade Acadêmica.

ANALYSIS OF PERCEPTION ON SOLID WASTE IN THE RURAL FEDERAL UNIVERSITY OF AMAZON – UFRA, CAMPUS BELÉM, PARÁ, BRAZIL

ABSTRACT: This study aims to present a discussion about the perception of the academic community of the Federal Rural University of the Amazon - UFRA, campus Belém, presents in the face of the problem of solid waste generated in it. In this context, topics such as the separation of garbage, the awareness of community and the proper destination of the residues that are produced on campus were addressed. Concerning the methodological procedures used, the work is characterized by its qualitative approach, seeking the different opinions of the target audience. As for the means, it is characterized as a case study, descriptive and bibliographic reference, which provided a basis for understanding about the theme. Data collection was carried out using an electronic form to obtain the perception of solid waste from the community present in the institution, including teachers, students, servers and technicians. For the production of the form, questions were stipulated that addressed the theme of solid waste, from introductory questions to the theme, even the perception of projects focused on this axis in the institution. The main results obtained refer to the perception of correct practices aimed at the disposal of waste, as well as measures to raise the awareness of the target audience. From the results obtained, university students still lack the deepest awareness about waste and, from that, it is necessary greater and more incisive dissemination, as well as the debate of the theme, and seek put into practice sustainable actions aimed at the good of the environment and the people responsible for it.

KEYWORDS: Solid waste; Awareness; Academic community.

1 | INTRODUÇÃO

A Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, campus Belém, conta com um imenso espaço físico localizado no bairro “Terra Firme”, em Belém do Pará, e é sucessora da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará - FCAP, que foi criada em 1951 como Escola de Agronomia da Amazônia (EAA), quando oferecia apenas o Curso de Graduação em Agronomia (UFRA, 2016).

A UFRA tem um papel a desempenhar no que concerne ao desenvolvimento e implementação de políticas que respondam à demanda da sociedade (UFRA, 2016). Portanto, como Instituição de Ensino Superior deve combater os impactos ambientais no ambiente acadêmico, para servirem de exemplo no cumprimento da legislação, saindo do campo teórico para a prática (TAUCHEN; BRANDLI, 2006).

Os ambientes acadêmicos, como universidades, centros tecnológicos e institutos federais, objetivam a formação de profissionais capacitados que atendam a demanda da sociedade, contribuindo com inovações em pesquisa e tecnologia – representando, assim, a função de suas instituições de origem, as quais baseiam-se em educar para a criação de uma cultura sustentável, instigando a população a cobiçar educação e formação de políticas (GOMES, 2012). Ademais:

Cabe às universidades buscar o compromisso real da educação sustentável, no seio da comunidade acadêmica, incorporando uma perspectiva ambiental em seu trabalho, estabelecendo programas ambientais e buscando, por meio da investigação e do desenvolvimento de novas metodologias, soluções para os problemas ligados aos resíduos, considerando, para isso, ações de Educação Ambiental baseadas nos 5 R's: reduzir, reutilizar, recuperar, reaproveitar e reprojeter (AGENDA 21, 2002).

Nesse hiato, discute-se nos ambientes acadêmicos o contexto moderno e pós-moderno de desenvolvimento atrelado aos impactos ambientais gerados pelos resíduos sólidos.

De acordo com a Norma Brasileira NBR 10.004 de 2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT (ABNT NBR 10.004, 2004), “resíduos sólidos” são:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Tendo em mente tais conceitos, volta-se a discussão sobre a busca por um padrão de vida consumista, sendo praticado até mesmo por pessoas as quais possuem uma origem mais simples (BITTENCOURT, 2016), de diferentes modos e quantidade. Porém, a sociedade moderna acaba produzindo cada vez mais, uma quantidade maior de resíduos, sendo uma das causas desse fator as inovações científicas e, a partir disso, gera-se uma maior ocorrência de impactos ambientais (LANDIM et al., 2016).

Como consequência, os resíduos sólidos no contexto da atualidade representam um perigo as sociedades, tendo em vista os males conseguintes, como, por exemplo, a poluição atmosférica (oriunda de material particulado), poluição hídrica (devido ao chorume) e a propagação de vetores de doenças que se reproduzem por meio do acúmulo de resíduos em locais impróprios (ANDRADE; FERREIRA, 2011).

Portanto, a coleta seletiva entra como um meio de “administrar” a problemática da gestão de resíduos quanto ao seu descarte incorreto. Tal processo é uma forma de recolhimento diferenciado de materiais recicláveis, previamente separados nas fontes geradoras, por catadores, entidades, prefeituras e a sociedade em geral - sendo intimamente ligada à um bom sistema de recolhimento adequado para os materiais selecionados, viabilizando que os materiais separados sejam recuperados para a reciclagem, reuso ou compostagem (MEDEIROS, 2015).

Analogamente, como parte desse processo, a educação ambiental de toda as classes sociais é indispensável. Cada grupo de pessoas, seja no âmbito social ou econômico, possui determinado comportamento e ações para com o meio ambiente de acordo com a sua educação. Eles alicerçam as atitudes boas ou ruins no modo como aprenderam a ver e a cuidar do meio que os circundam – o que abrange o modo como veem o descarte de resíduos individualmente e coletivamente.

Nesse sentido, Medeiros (2015) ressalta que a educação ambiental é imprescindível na sociedade moderna por abranger à todos, pois nota-se um fortalecimento no acolhimento dos princípios de desenvolvimento sustentável pelas comunidades.

Logo, considerando a busca pela sustentabilidade na modernidade, deve-se buscar métodos que preservem o equilíbrio ambiental, almejando, dessa forma, o desenvolvimento sustentável, o qual busca tanto o crescimento econômico, quanto o social e ambiental (JACOBI, 2003) e, a partir disso, favorecer a população ao mesmo tempo que se preserva os ecossistemas que as circulam.

Portanto, o debate acerca dos resíduos sólidos é algo necessário e precisa ser incentivado, visando aumentar a percepção de como os mesmos podem influenciar os seres humanos e o meio ambiente ao redor deles. A partir disso, o presente trabalho objetivou relatar a percepção da comunidade acadêmica sobre resíduos sólidos na Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Campus Belém.

2 | METODOLOGIA

2.1 Área de Estudo

O presente trabalho foi realizado na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), campus Belém – Pará, durante o mês de agosto de 2019. A universidade está localizada no bairro da Terra Firma em Belém/PA.

Tendo sua base primordial acadêmica com foco no meio rural, atualmente a UFRA (campus Belém) oferta cursos de graduação em: Agronomia; Engenharia Ambiental e Energias Renováveis; Engenharia de Pesca; Engenharia Florestal; Engenharia Cartográfica e de Agrimensura; Medicina Veterinária; Ciência e Tecnologia de Alimentos; Ciências Biológicas; Zootecnia; Licenciatura em Letras – LIBRAS; Licenciatura em Letras – Língua Portuguesa; Sistemas de Informação; Licenciatura em Computação; Pedagogia.

Nesse sentido, o debate interdisciplinar está presente no âmbito de pesquisa científica, extensão e educação.

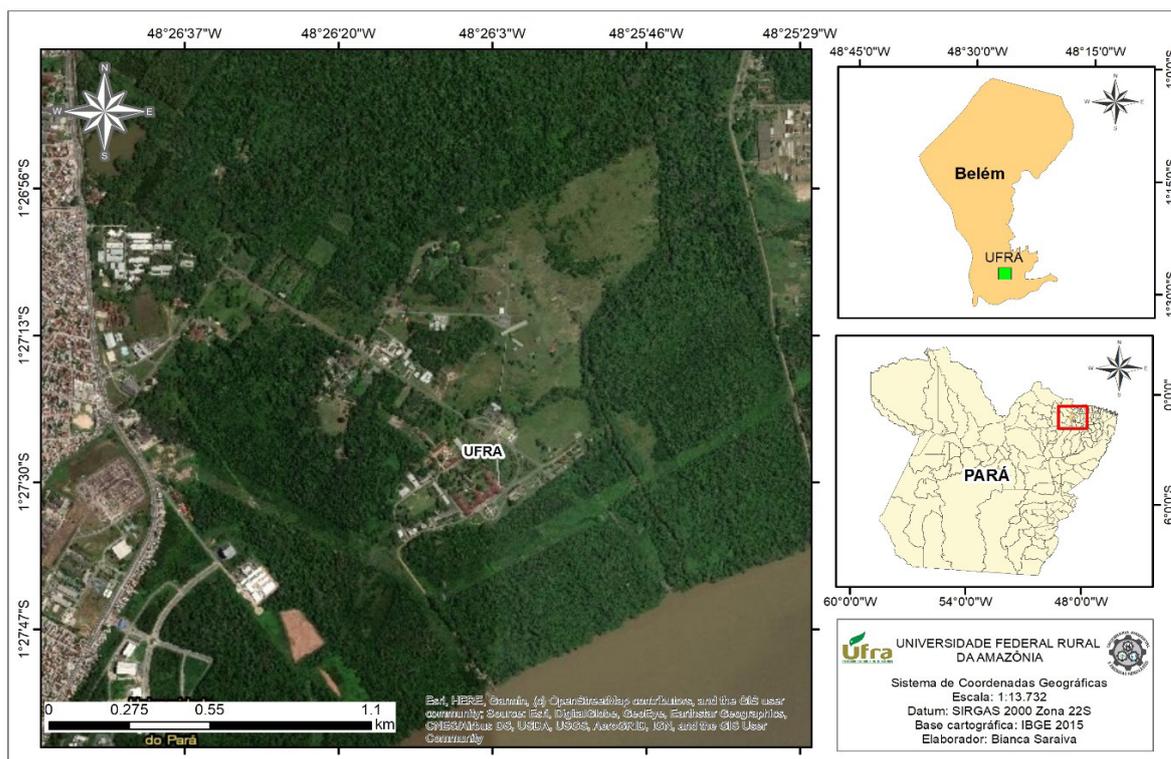


Figura 1 – Mapa de localização da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, campus Belém/PA, Brasil.

Fonte: Bianca Saraiva.

2.2 Método de pesquisa

Configurado como uma pesquisa qualitativa, para esse estudo foi aplicado um formulário eletrônico, visando obter a percepção da comunidade (docentes, discentes, servidores e técnicos) sobre resíduos sólidos na instituição.

O formulário virtual foi repassado em meio a grupos virtuais com indivíduos pertencentes a comunidade da universidade.

Para a produção do formulário foram estipuladas perguntas as quais abordassem a temática de resíduos sólidos, desde perguntas introdutórias ao tema até mesmo a percepção de projetos voltados a esse eixo na instituição.

Após o repasse do questionário e acúmulo de respostas, foi obtido a amostragem

de 80 indivíduos pertencentes a UFRA e suas diferentes percepções a respeito dessa questão.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto a sondagem realizada com o público entrevistado, foram conseguidas maior número de respostas por parte dos discentes presentes na instituição, dos mais diversos cursos e com suas percepções próprias sobre os resíduos produzidos (Figura 2, A), além de que foi observado que a maioria está na faixa etária de 18 à 25 anos de idade (Figura 2, B).

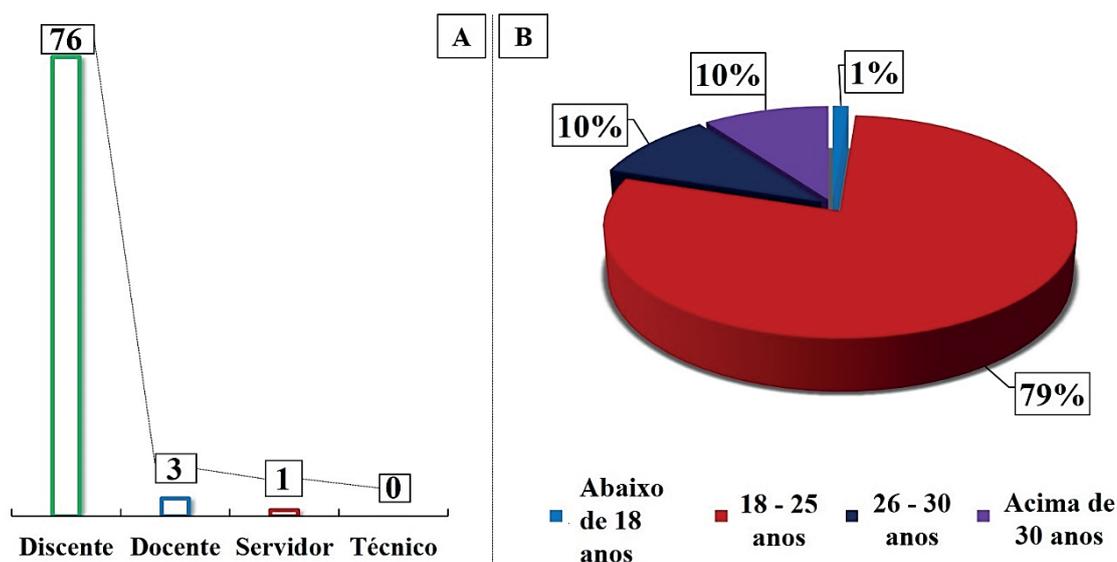


Figura 2 – (A) Comunidade da UFRA entrevistada; (B) Faixa Etária dos Entrevistados.

Fonte: Autores, 2019.

Uma das questões constantes referentes aos resíduos sólidos é a conscientização, separação e descarte correto desses substratos, isso porque desde a compra de um produto é necessário que o consumidor saiba descartá-lo adequadamente, para, assim, ser possível a aplicação do mesmo sobre a cadeia de logística reversa, a qual pretende encaminhá-lo para sua reciclagem e futuro reuso.

Porém, a consciência ambiental correta ainda é algo que precisa ser reforçado na sociedade em geral e, mais especificamente, na UFRA, sendo que foi possível observar, através dos entrevistados, que 67% descartam resíduos em lixeiras comuns (Figura 3), apesar de existirem seletivas no local. Aliás, segundo Mucelin e Bellini (2008), as práticas de consumismo e descarte de produtos de um grupo depende dos seus costumes e o modo como foram sendo moldados e formando a sua cultura. Logo, é necessário buscar reverter tais ações a partir da educação, pois, a prática da coleta seletiva é fundamental para evitar obstáculos na coleta, produção e local final onde será enviado o lixo (PIAZ;

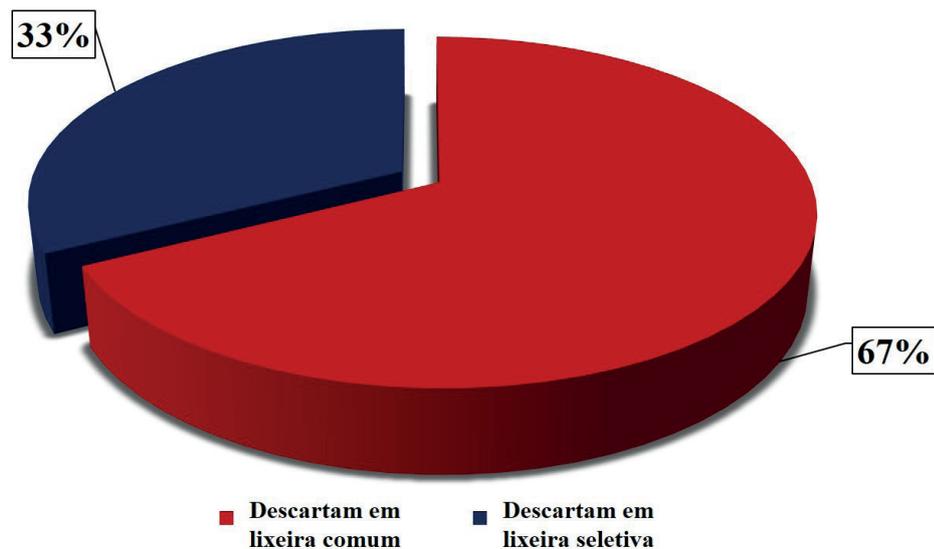


Figura 3 – Percentual dos entrevistados que descartam e não descartam resíduos em lixeiras comuns.

Fonte: Autores, 2019.

No estudo verificou-se também que 57 dos 80 entrevistados não reutilizam os resíduos que geram (Figura 4). Logo, percebe-se que ações promotoras de uma visão sustentável devem ser propagadas e incentivadas na universidade, não somente por apresentar um público que naturalmente é mais voltado à preservação dos recursos naturais, mas pela responsabilidade de formar indivíduos transformadores da realidade. Além disso, segundo Gouveia (2012) a redução e reutilização são práticas transformadas, as quais se forem promovidas podem criar a conscientização correta sobre a obtenção constante de produtos pela sociedade.

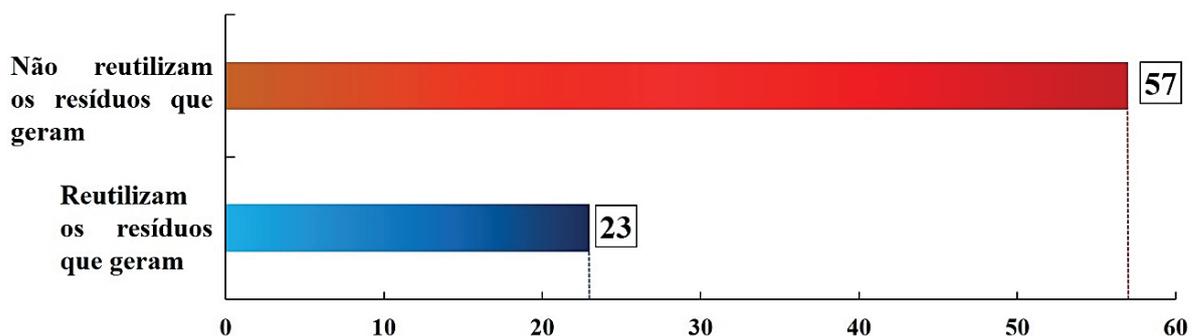


Figura 4 – Reuso dos resíduos sólidos.

Fonte: Autores, 2019.

Além disso, notou-se que dos 61 entrevistados presenciaram o descarte incorreto de resíduos na UFRA (Figura 5). Tal resultado mostra que há um conhecimento do impacto causado pelo descarte incorreto, no entanto, ainda o fazem. Ademais, segundo Mota et

al. (2009), a problemática dos resíduos sólidos se tornou algo global, uma vez que, caso não recebam o devido cuidado, os mesmos podem vir a afetar diversos ecossistemas presentes no meio ambiente caso sejam apenas “jogados fora”.

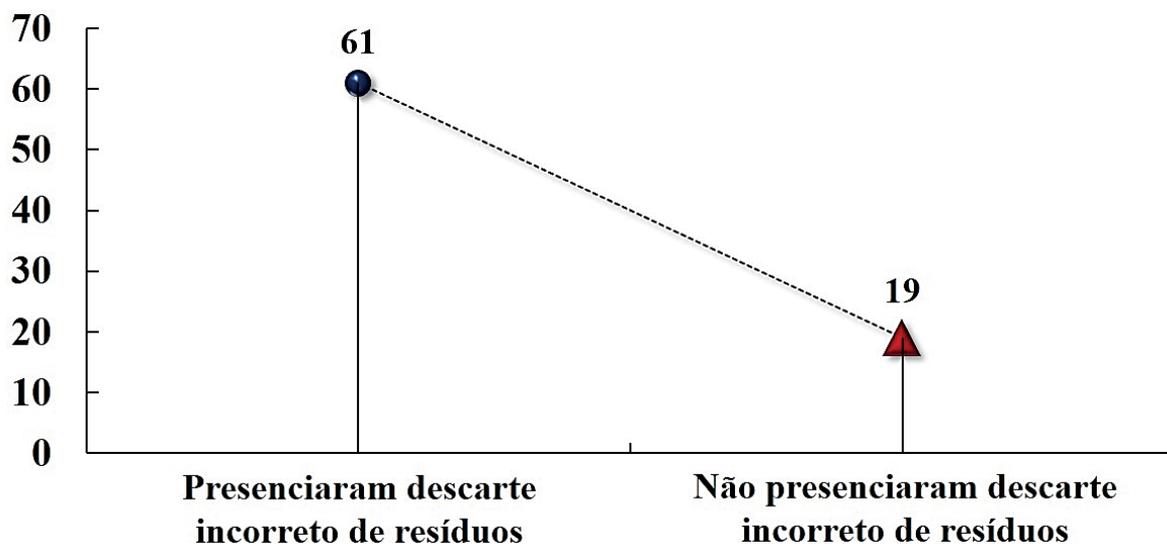


Figura 5 – Quantitativo de quantos dos entrevistados presenciaram, e não, descarte incorreto de resíduos sólidos.

Fonte: Autores, 2019.

Ademais, sobre os projetos acerca dos resíduos sólidos na UFRA, foi observado que quase metade não evidenciaram a presença dos mesmos na instituição (Figura 6), sendo que ocorrem projetos sobre essa temática na universidade, um exemplo prático disso é o projeto do PET Solos (Programa de Educação Tutorial em Ciência do Solo) da UFRA, o qual efetua a reciclagem dos resíduos coletados na mesma.

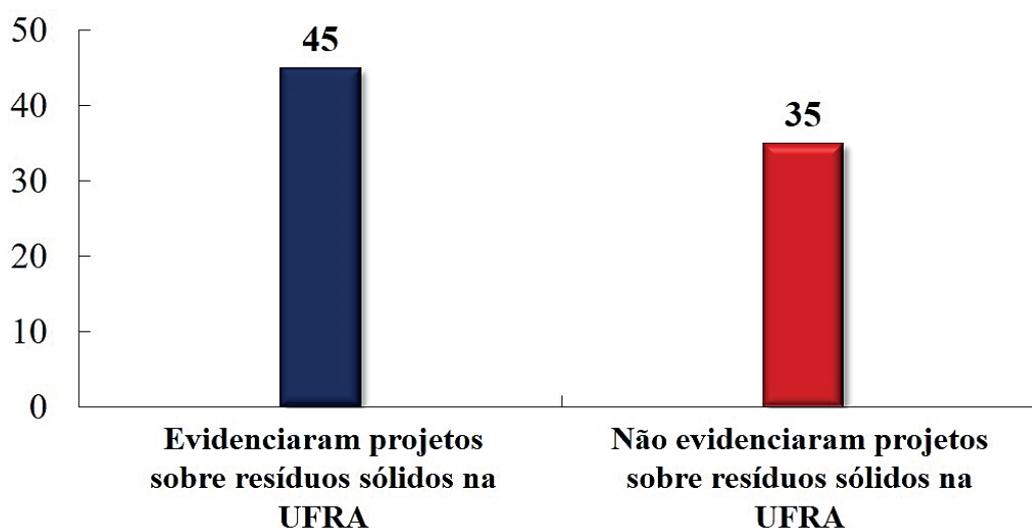


Figura 6 – Quantitativo de quanto dos entrevistados evidenciaram, ou não, projetos referentes à Resíduos Sólidos na UFRA.

Fonte: Autores, 2019.

Quanto a influência da disciplina de educação ambiental (Figura 7), dos 80 entrevistados, 68 acreditam que a disciplina influencia em práticas favoráveis a reciclagem. A educação ambiental é capaz de conscientizar, ensinar e promover hábitos que sejam capazes de melhorar o modo como os resíduos são tratados. Ressalta-se que, segundo Souza et al. (2014), práticas de educação ambiental são favoráveis a promover a divulgação a informação e compreensão necessária sobre a temática.

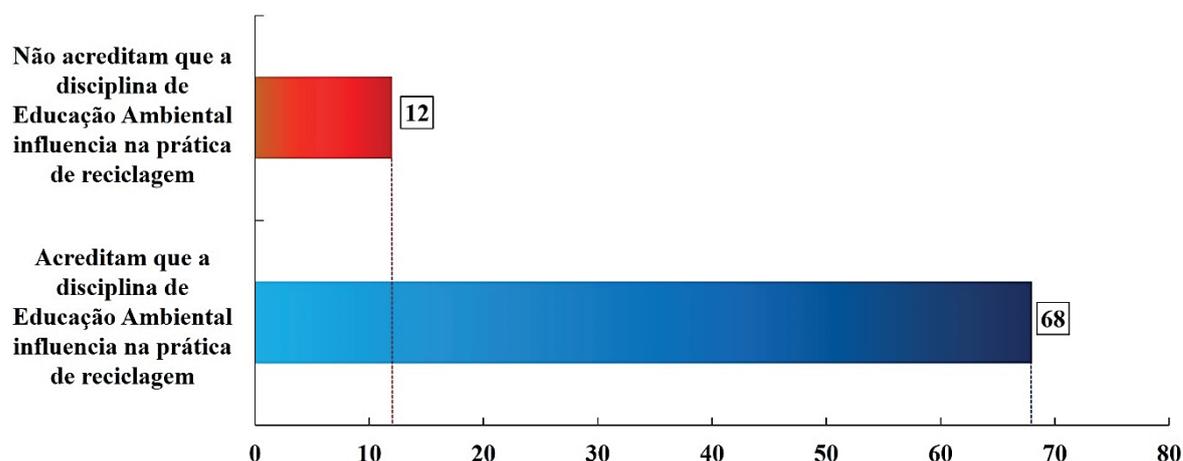


Figura 7 – Quantitativo dos entrevistados acreditam, ou não, que a disciplina de Educação Ambiental influencia nas práticas de reciclagem.

Fonte: Autores, 2019.

Além disso, foi analisado também a percepção da comunidade presente na instituição quanto ao conhecimento se todo o lixo pode ser reciclado ou não (Figura 8), constatando que, do total de entrevistados, 24 ao todo responderam sim e talvez, tais respostas são capazes de evidenciar que uma porcentagem de 30% do total desconhece os lixos não recicláveis.

A partir disso é necessário pôr em prática cada vez mais a educação ambiental, a qual favorável a alterar dados como esse a partir do compartilhamento de informações corretas.

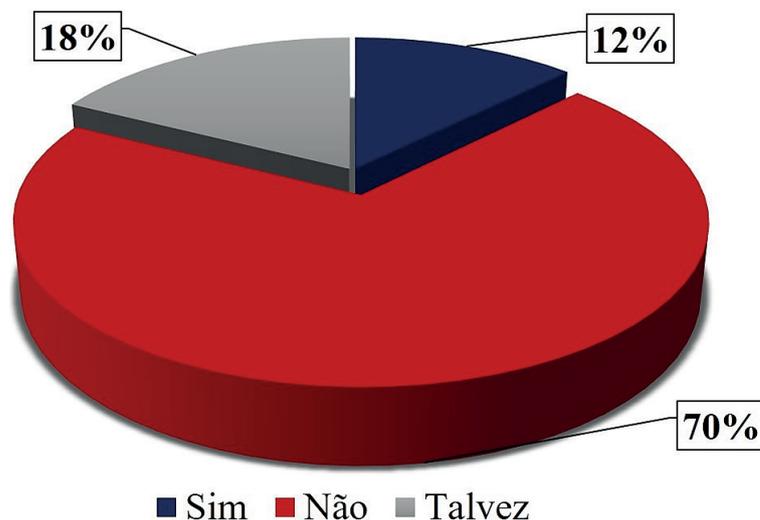


Figura 8 – Percentual de entrevistados referente às respostas “Sim; Não; Talvez” sobre seus saberes voltados à indagação sobre se todo lixo é reciclável ou não.

Fonte: Autores, 2019.

Sobre a mesma perspectiva, foi observado que 16% responderam que ainda não sabem a diferença entre resíduo e lixo (Figura 9), algo fundamental para poder determinar quais materiais são capazes de serem reciclados e assim reutilizados. Tal fator, mais uma vez, reforça a necessidade da disseminação da Educação Ambiental em meio a comunidade presente na instituição.

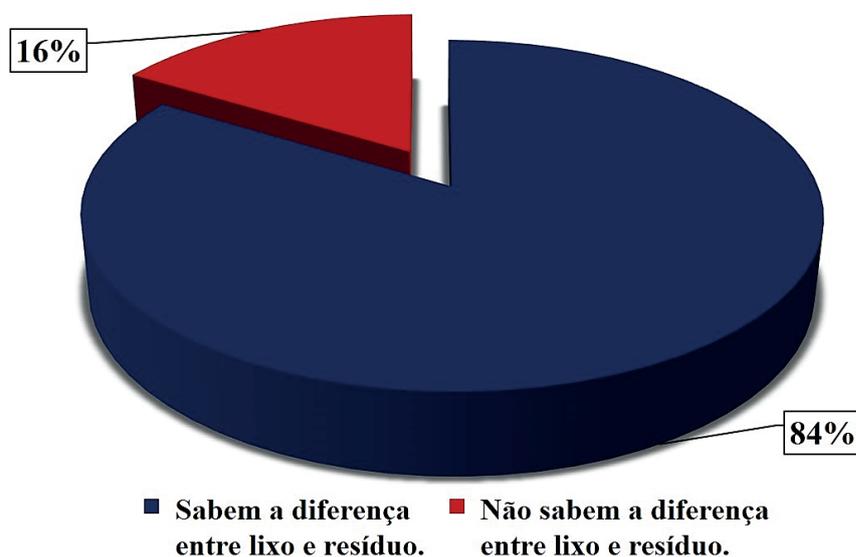


Figura 9 – Percentual dos entrevistados dos que sabem, e dos que não sabem, a diferença entre lixo e resíduo.

Fonte: Autores, 2019.

Por fim, foi perguntando aos entrevistados se possuíam o conhecimento sobre o que é o Plano de Logística Sustentável (PLS) presente na UFRA (Figura 10). Foi obtido um resultado de que 54% dos entrevistados responderam “não”. Tal dado é evidente como a comunidade presente na instituição desconhece a presença do PLS, mecanismo

fundamental para a aplicação de práticas sustentáveis. Logo, é necessário a divulgação maior do plano para que assim a comunidade da universidade possa ser capaz de conhecê-lo.

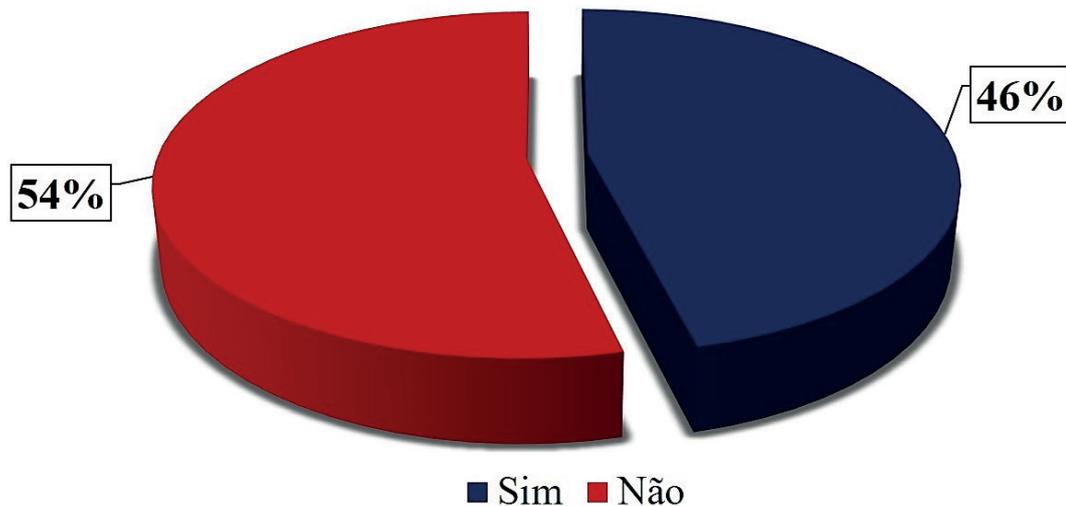


Figura 10 – Plano de Logística Sustentável (PLS).

Fonte: Autores, 2019.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos sobre a percepção de resíduos sólidos da comunidade da instituição, é nítido perceber que é existente uma concepção de como os resíduos sólidos ao nosso redor podem nos afetar e que devemos tratá-lo de maneira adequada, visando, assim, facilitar a sua destinação adequada, além de evitar consequências negativas para a população, bem como para o meio ambiente. Contudo, os membros da universidade ainda carecem da conscientização mais profunda no que diz respeito aos resíduos e, a partir disso, ressalta-se que se faz necessária uma maior e mais incisiva divulgação e debate de tal temática para, então, buscar colocar em prática ações sustentáveis que visem o bem da relação homem & natureza.

REFERÊNCIAS

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **Classificação de resíduos sólidos**: NBR 10.004. Rio de Janeiro, 2ª Ed. 2004.

AGENDA 21 Brasileira. Brasília: Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional – CPDS, 2002. Pág. 138.

ANDRADE, R. M. de; FERREIRA, J. A. **A gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil frente às questões da globalização**. REDE – REVISTA ELETRÔNICA DO PRODEMA, Fortaleza, v. 6, n.1, mar. 2011. p. 7-22.

BITTENCOURT, R. N. **A antinatureza do consumismo**. Revista Espaço Acadêmico, v. 16, n. 187. 2016.

GOMES, P. C. G. **Plano de Gestão de Resíduos Sólidos do campus Gávea da PUC-Rio: Elaboração, Implementação e Diagnóstico de Operação.** Dissertação de Mestrado (Pós-graduação em Engenharia Urbana e Ambiental). Departamento de Engenharia Civil da PUC-Rio. Rio de Janeiro, 2012.

GOUVEIA, N. **Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social.** *Ciência & saúde coletiva*, v. 17, n. 6, 2012. Pág. 1503-1510.

JACOBI, P. R. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade.** *Cadernos de pesquisa*, n. 118, 2003. Pág. 189-205.

LANDIM, A. P. M.; BERNARDO, C. O.; MARTINS, I. B. A.; FRANCISCO, M. R.; SANTOS, M. B.; MELO, N. R. de. **Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil.** *Polímeros*, v. 26, n. spe, 2016. Pág. 82-92.

MEDEIROS, M. S. **Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Urbanos: Acompanhamento do Projeto Lixo Social na Cidade de São José do Seridó- RN.** Monografia (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Caicó, Rio Grande do Norte, 2015.

MOTA, J. C.; ALMEIDA, M. M.; ALENCAR, V. C.; CURTI, W. F. **CARACTERÍSTICAS E IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELOS RESÍDUOS SÓLIDOS: UMA VISÃO CONCEITUAL.** *Revista Águas Subterrâneas*, v. 1, 2009.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. **LIXO E IMPACTOS AMBIENTAIS PERCEPTÍVEIS NO ECOSISTEMA URBANO.** *Uberlândia: Sociedade & Natureza*, v. 20 n. 1, 2008. Pág. 111-124.

PIAZ, J. F. D.; FERREIRA, G. M. V. **GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES URBANOS: O CASO DO MUNICÍPIO DE MARAU – RS.** São Paulo: *Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 5 n. 1, 2011. Pág. 33 – 47.

SOUZA, G. S.; MACHADO, P. B.; REIS, V. R.; SANTOS, A. S.; DIAS, V. B. **EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO FERRAMENTA PARA O MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO COTIDIANO ESCOLAR.** *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, v. 8, n. 2, 2014. Pág. 118-130.

TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. L. **A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário.** *Gestão & Produção*, São Carlos, v.13, n.3, p.503-515, 2006.

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA. **História.** Belém. 13 de Setembro de 2016. Disponível em: <https://novo.ufra.edu.br/index.php?option=com_content&view=article&id=76&Itemid=268>. Acesso em: 04 de Abril de 2020.

ANÁLISE DA SÉRIE TEMPORAL DA PRODUÇÃO DE LEITE CRU NOS ESTADOS DA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL

Data de aceite: 01/07/2020

Daniele Coutinho da Silva
Luis André de Aguiar Alves
Elvira Catiana de Oliveira Santos
Jessica Suzarte Carvalho de Souza
Roger Torlay Pires
Everaldo Freitas Guedes
Gilney Figueira Zebende
Aloísio Machado da Silva Filho

RESUMO: O objetivo deste artigo é analisar as flutuações das séries temporais das taxas da produção de leite cru dos estados da região nordeste do Brasil no período 2009 a 2019. Para atender ao objetivo proposto utilizamos duas estratégias principais: primeiro foi definida a estatística descritiva das séries objetos de estudo; segundo determinamos a estimação da tendência e variação percentual anual via modelo de regressão linear simples com correção de Prais Winsten. Os resultados indicam tendência estatisticamente significativa e crescente para as taxas por 100 mil habitantes da produção de leite cru nos estado de Alagoas, Ceará, Piauí e Sergipe. A análise espacial revelou maior produção de leite cru (em mil litros) por 100 mil habitantes nos estados de Sergipe, Ceará, Pernambuco e Bahia.

PALAVRAS-CHAVE: Leite cru, Séries temporais, Regressão.

ANALYSIS OF THE TEMPORAL SERIES OF RAW MILK PRODUCTION IN THE STATES OF THE NORTHEAST REGION OF BRAZIL

ABSTRACT: The purpose of this article is to analyze the fluctuations in the time series of raw milk production rates in the states of the northeast region of Brazil in the period 2009 to 2019. To meet the proposed objective, we use two main strategies: first, the descriptive statistics of the object series was defined of study; second, we determine the estimation of the trend and annual percentage variation using a simple linear regression model with PraisWinsten correction. The results indicate a statistically significant and growing trend for rates per 100 thousand inhabitants of raw milk production in the states of Alagoas, Ceará, Piauí and Sergipe. The spatial analysis revealed a higher production of raw milk (in a thousand liters) per 100 thousand inhabitants in the states of Sergipe, Ceará, Pernambuco and Bahia.

KEYWORDS: Raw milk, Time series, Regression.

1 | INTRODUÇÃO

O leite é um dos alimentos mais complexos da natureza e uma das suas características é o elevado valor nutritivo com presença de proteínas, vitaminas, gorduras e sais minerais e excelente digestibilidade (LEITE, *et al.* 2002). Além disso, o leite é de um produto capaz de promover empregos diretos e indiretos tanto na zona rural quanto na urbana, sendo um dos principais insumos da indústria alimentícia. Para Muniz *et al.*, (2013), o consumo habitual do leite é recomendado, principalmente, para que se atinja a adequação diária de ingestão de cálcio, um nutriente que, dentre outras funções, é fundamental para a formação e a manutenção da estrutura óssea do organismo.

O leite é essencial à alimentação humana, sendo produzido em todo o mundo. A importância pode ser observada no ambiente produtivo e econômico mundial, principalmente em países considerados em desenvolvimento e em sistemas de agricultura familiar. Nas últimas três décadas, a produção mundial de leite aumentou mais de 50%, chegando a 769 milhões de toneladas em 2013 (FAO, 2016) e a população mundial cresceu aproximadamente 30%. E segundo Zoccal *et al.* (2008) e a Embrapa Gado de Leite (2012), a pecuária leiteira no Brasil apresenta características marcantes: sua produção ocorre em todo o território; não existe um padrão de produção (desde produção de subsistência à produção intensiva); qualidade da matéria-prima é questionável, e variado grau de instrução formal dos produtores.

Para Santos e Barros (2006), o mercado de leite no Brasil apresentou dinamismo importante ao suportar longo período de intensa concorrência externa a preços artificialmente baixos. Contudo, o crescimento da renda estimulou as importações, indicando que o setor nacional tem dificuldade de atender ao crescimento rápido do consumo interno, com o câmbio tendo participação relevante na importação de lácteos, na medida em que é determinante do preço relativo dos produtos nacionais e importados.

Segundo Cruz (2016), o nordeste brasileiro vem sendo considerado a nova fronteira láctea por conta da oportunidade de mercado que vem se apresentando nos últimos anos aos produtores desta região. Ainda segundo o mesmo autor dentre as diversas oportunidades, a que mais se destaca relaciona-se ao aumento do consumo do leite e seus derivados no próprio Nordeste, já que nos últimos anos o poder de compra na região aumentou de maneira significativa. E considerando o que foi dito até aqui, e as relevâncias da produção de leite cru para economia nordestina e brasileira acreditamos que esta pesquisa servirá como mais uma metodologia de análise para pesquisadores, gestores públicos e privados interessados no tema.

A presente pesquisa tem o objetivo de estimar a tendência temporal da produção de leite cru nos estados do nordeste brasileiro, tendo como principal método de análise o modelo de regressão linear simples com correção de PraisWinsten (PRAIS E WINSTEN,

1954). E para atender a este objetivo este texto está estruturado em quatro seções: Introdução, Material e métodos, Resultados e discussões e por fim Considerações finais.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Dados da pesquisa

Elegemos como fonte de dados a Pesquisa Agropecuária realizada pelo Instituto de Geografia e Estatística do Brasil - IBGE. A pesquisa Agropecuária foi implantada pelo IBGE em novembro de 1972 e trata-se de um levantamento sistemático da produção agrícola do Brasil (IBGE, 2002). Entre os seguimentos da pesquisa Agropecuária utilizamos a denominada “Pesquisa Trimestral do Leite”.

A Pesquisa Trimestral do Leite objetiva analisar as flutuações da produção de leite cru como um insumo para produção industrial e foi implantada em 1976. Inicialmente a Pesquisa trimestral do Leite era uma pesquisa mensal e censitária e a partir de 2013, após diversas transformações, o preenchimento de seu questionário passou a ser realizado pela internet (IBGE, 2018).

Os dados sistematizados pela pesquisa trimestral do leite possibilita que os gestores públicos e privados tenham subsídios para o monitoramento e análise da dinâmica espacial e temporal desse indicador econômico. E, além disso, são utilizados como variável para o cálculo do PIB agropecuário (IBGE, 2018).

A partir das séries trimestrais, definimos a taxa da produção anual por 100 mil habitantes de leite crus estados da região nordeste do Brasil de 2009 a 2019 pela razão entre a produção de leite cru em mil litros e a população estimada de cada estadoano a ano, com o objetivo de ter uma análise mais precisa das flutuações temporais da variável objeto de estudo:

$$tx = \frac{\text{Produção de leite (em mil litros)}}{\text{População estimada}} * 100.000 \quad (1)$$

Com os resultados da equação 1 temos a produção por 100 mil habitantes de leite cru(em mil litros) por estado do nordeste e por ano (ver Figura 1).

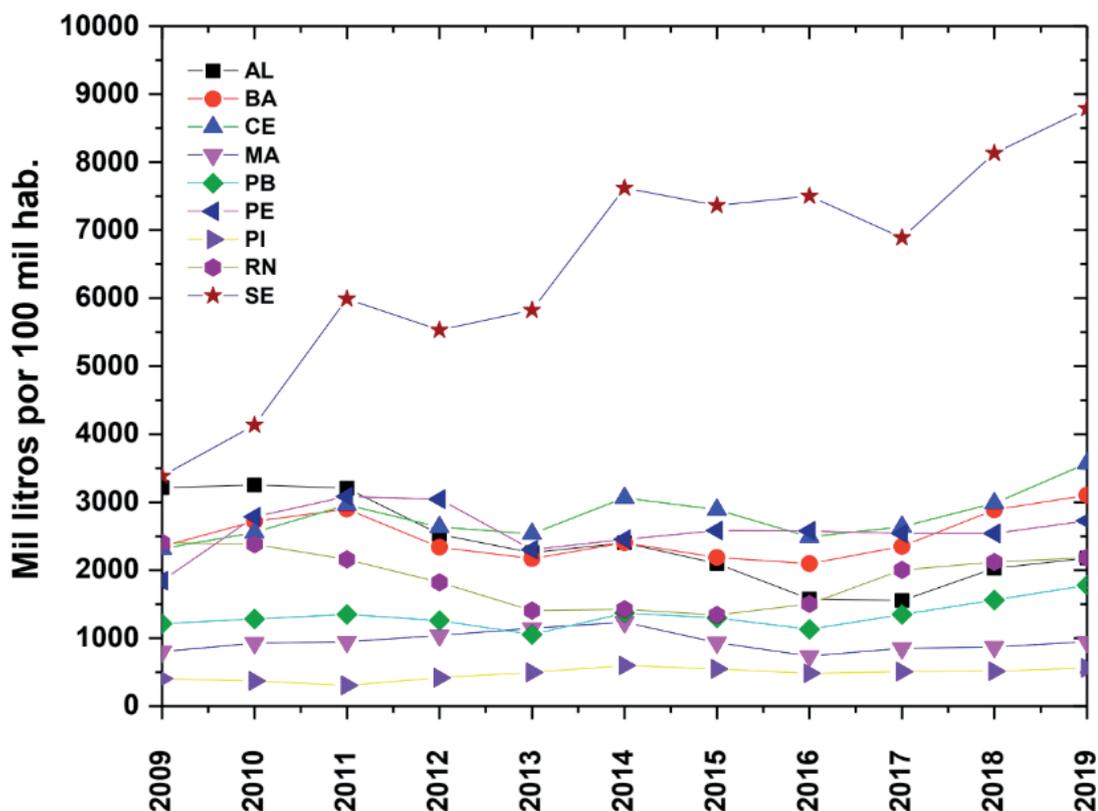


Figura 1 - Série temporal da produção por 100mil habitantes de leite cru (em mil litros) nos estados da região Nordeste, Brasil - 2009 a 2019.

Fonte: IBGE - Pesquisa trimestral do leite. Dados processados pelos autores. Os pontos dentro dos diagramas em caixa denotam a taxa média da produção no período.

A unidade de coleta da Pesquisa trimestral do leite são os estabelecimentos que tem como atividade a produção de leite e estão sob a inspeção federal, estadual ou municipal (IBGE, 2018).

Um dos aspectos metodológicos que difere este trabalho das demais pesquisas é o fato de considerar na modelagem a produção de leite em função da população de cada espaço geográfico. É mais frequente na literatura a modelagem da produção de leite por litro ou por toneladas.

2.2 Análise da tendência temporal

Para estimação e análise da tendência das flutuações da série temporal das taxas da produção de leite cru dos estados do nordeste brasileiro foi aplicado o modelo de regressão linear simples com correção de PraisWinsten (PRAIS E WINSTEN, 1954). É relevante mencionar que, segundo literatura, a modelagem linear simples com correção de PraisWinsten é recomendada para séries curtas, por exemplo, dez anos.

Neste artigo o objetivo do modelo de regressão linear foi estimar a existência da relação entre a taxa da produção de leite cru (em mil litros) por 100 mil habitantes nos estados do nordeste brasileiro com o passar tempo (observações feitas por ano) denotado pela seguinte expressão (GUJARATI, 2000):

$$Y_t = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_t + \hat{\epsilon}_t; \quad t = 1, 2, 3, \dots, T \quad (2)$$

Na equação 2 Y_t denota a variável dependente (taxa) em função do tempo t , $\hat{\beta}_0$ caracteriza o coeficiente linear estimado, $\hat{\beta}_1$ o coeficiente angular estimado, X_t a variável independente (ano) e $\hat{\epsilon}_t$ ruído (erro ou ruído). Entre outras hipóteses, nesta pesquisa testamos:

$H_0: \hat{\beta}_1 = 0$ (Não existe relação linear entre as variáveis)

$H_1: \hat{\beta}_1 \neq 0$ (Existe relação linear entre as variáveis)

Rejeitando-se a hipótese nula ($H_0: \hat{\beta}_1 = 0$), uma série temporal ajustada com modelo de regressão linear simples com correção de Prais-Winsten pode apresentar os seguintes comportamentos: tendência crescente ($\hat{\beta}_1 > 0$) ou decrescente ($\hat{\beta}_1 < 0$).

A supracitada modelagem foi executada na linguagem computacional conhecida na literatura como R com os seus pacotes CAR (FOX e WEISBERG, 2011) e PRAIS (MOHR, 2015) e suas funções nativas.

A partir da obtenção do coeficiente angular (equação 2) definimos a variação percentual anual pela seguinte expressão:

$$\frac{y_{t+1} - y_t}{y_t} = -1 + 10\hat{\beta}_1 \quad (3)$$

Na equação 3 $\frac{y_{t+1} - y_t}{y_t}$ denota a Variação Percentual Anual (VPA) e ($\hat{\beta}_1$) a taxa estimada de crescimento ou decrescimento anual pontual da produção de leite cru (em mil litros) por 100 mil habitantes. O intervalo de confiança (IC) da VPA foi definido por:

$$IC_{95\%} = \left[-1 + 10\hat{\beta}_1^{min.} \right] * 100; \left[-1 + 10\hat{\beta}_1^{max.} \right] * 100 \quad (4)$$

Os limites do intervalo de confiança (Equação 4) foram estimados com o erro padrão de $\hat{\beta}_1$ e o quantil da distribuição de probabilidade t de Student com $n-2$ graus de liberdade com 95% de confiança. A Variação Percentual Anual (VPA) foi caracterizada como estatisticamente significativa quando o p -valor (nível descritivo do teste) foi menor que 0,05.

De acordo com Ferreira (2017), na aplicação do modelo de regressão linear simples em séries históricas é necessário analisar a presença ou não de resíduos autocorrelacionados (resíduos com memória). Denota-se autocorrelação ou correlação serial a correlação entre resíduos da série objeto de estudo em diferentes instantes de tempo.

Um dos procedimentos estatísticos para avaliar a presença de autocorrelação nos resíduos é um teste denominado como Teste de Durbin Watson (D-W) denotado pela seguinte estatística de teste (FERREIRA, 2017):

$$d = \frac{\sum_{t=2}^T (\hat{\epsilon}_t - \hat{\epsilon}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^T \hat{\epsilon}_t^2}$$

de modo que, e_t , $t = 1, \dots, T$ são resíduos provenientes da equação 2 por mínimos quadrados. O teste de Durbin Watson tem o objetivo de testar as seguintes hipóteses:

H_0 : Não existe correlação serial nos erros;

H_1 : Existe correlação serial nos erros.

Se o valor descritivo do teste (p-valor) for maior que 0,05 é possível afirmar que o modelo adotado (Equação 2) não apresenta autocorrelação nos resíduos com 95% de confiança.

Por opção metodológica, nesta investigação científica, independente da rejeição ou não rejeição da hipótese nula do teste de Durbin Watson, aplicamos o modelo de regressão linear simples com correção de PraisWisnten (PRAIS WINSTEN, 1954).

2.3 Análise espacial

Para confecção domapa temático coroplético definimos a média geométrica das produções por 100 mil habitantes de leite cru (em mil litros) no período de 2009 a 2019. Com os recursos do sistema de informação geográficas (SIG), as taxas foram inseridas e processadas no programa ARCGIS versão 10.3.

As taxas foram modeladas espacialmente por estado da região nordeste do Brasil, tendo como base os quartis das médias geométricas das taxas por 100 mil habitantes de leite cru (em mil litros) no período de 2009 a 2019. E a média geométrica definida pela seguinte equação:

$$\bar{X}_g = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i} ; \quad i = 1, 2, 3 \dots n$$

Na equação 6, \bar{X}_g denota a média geométrica das taxas, o tamanho da série e $\prod_{i=1}^n x_i$ o produto das taxas de leite cru no espaço temporal de 2009 a 2019. A escolha da média geométrica foi devido ao fato dela ser mais adequada para representar taxas.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise exploratória

No período de 2009 a 2019 entre os estados da região nordeste Sergipe (SE) foi o que apresentou maiores taxas de produção de leite cru enquanto as menores foram identificadas em Piauí e Maranhão (Figura 2 e Tabela 1).

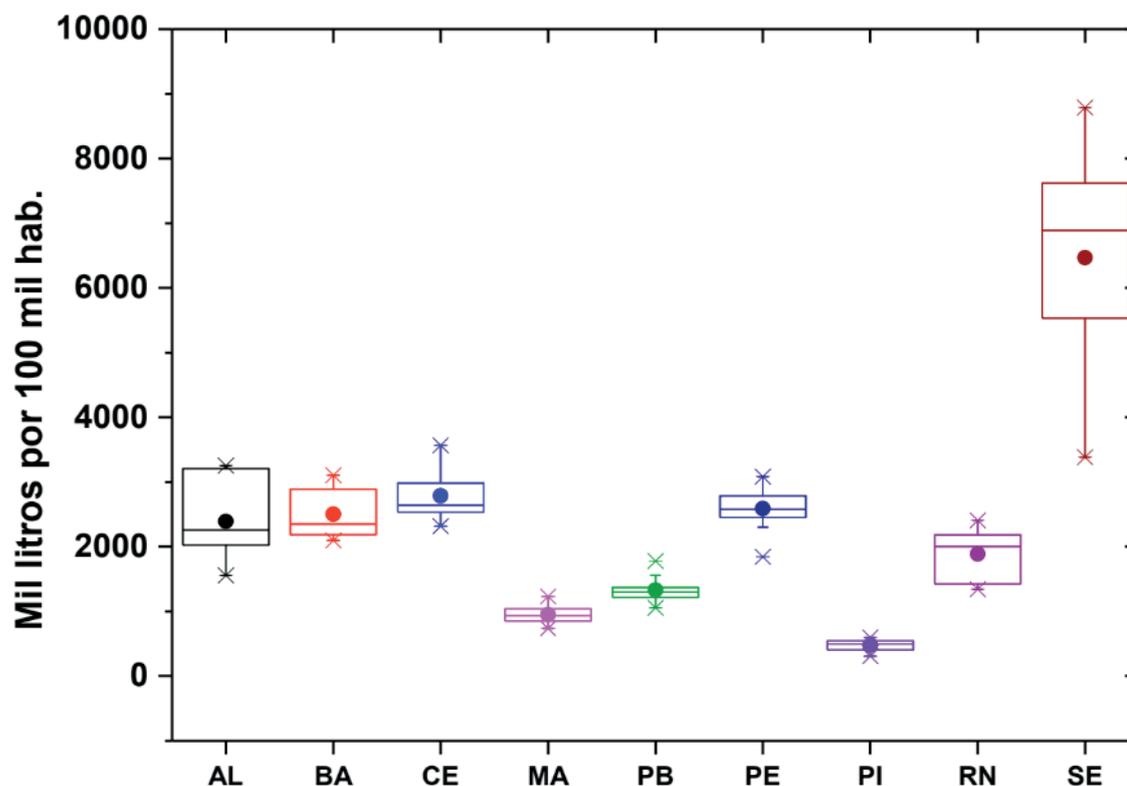


Figura 2 - Quantidade da produção por 100mil habitantes de leite cru (em mil litros) nos estados da região Nordeste, Brasil - 2009 a 2019.

Fonte: IBGE - Pesquisa trimestral do leite. Dados processados pelos autores. Os círculos dentro dos diagramas em caixa denotam a taxa média da produção no período.

Com intuito de conhecer o comportamento das séries históricas, foi definida a sua estatística descritiva (média, coeficiente de variação ($CV = (\text{desvio padrão}/\text{média}) * 100$), assimetria, máximo e mínimo) (Tabela 1).

Estado	Média (em mil litros)	Ranking (média)	CV (%)	Assimetria	Mínimo(em mil litros)	Máximo(em mil litros)
Alagoas-AL	2390,2	5º	25,6	0,29	1555,4	3253,2
Bahia-BA	2500,4	4º	13,7	0,63	2097,8	3103,2
Ceará-CE	2785,2	2º	12,6	0,99	2315,1	3569,2
Maranhão-MA	948,1	8º	15,3	0,68	736,4	1232,7
Paraíba-PB	1331,6	7º	14,3	1,10	1055,2	1779,6
Pernambuco-PE	2589,4	3º	13,2	-0,66	1843,1	3083,5
Piauí-PI	474,4	9º	18,7	-0,54	307,7	599,5
Rio Grande do Norte-RN	1886,2	6º	21,3	-0,19	1341,9	2407,2
Sergipe-SE	6468,5	1º	25,9	-0,59	3383,6	8787,6

Tabela 1 - Estatística descritiva das taxas por 100 mil habitantes da produção de leite cru (em mil litros) nos estados da região nordeste, Brasil, 2009 a 2019.

Fonte: IBGE - Pesquisa Trimestral do Leite. Dados processados pelos autores.

Sergipe, Ceará e Pernambuco foram os estados com as maiores quantidades médias de litros de leite cru (em mil litros) por 100 mil habitantes. Os estados que apresentaram maiores variações relativas (CV %) em torno da média foram os estados de Sergipe, Alagoas e Rio Grande do Norte. Em relação à assimetria, a maioria dos estados da região nordeste obteve assimetria positiva o que denota concentração de valores abaixo da mediana período de estudo. Esses resultados retratam casos típicos de séries não estacionárias (Tabela 1).

3.2 Análise temporal

A tabela 2 apresenta os resultados da análise temporal da produção de leite cru (em mil litros) por 100 mil habitantes dos estados compõem a região nordeste do Brasil. Nos estados de Alagoas, Bahia, Maranhão e Rio Grande do Norte foi identificada pelo teste Durbin Watson autocorrelação nos resíduos ($D-W < 0,05$) (Tabela 2). Porém nesta pesquisa, como mencionado anteriormente, aplicamos a correção de Prais Winsten independente da presença ou não da autocorrelação nos resíduos (Tabela 2).

Os estados de Alagoas, Ceará, Piauí e Sergipe apresentaram variação percentual e tendência estatisticamente significativa (p -valor menor ou igual a 0,05) (Tabela 2). Entre os estados que apresentam tendência crescente e significativa (p -valor $\leq 0,05$) o estado de Sergipe foi o que obteve maior variação percentual anual crescente (VPA=8,57%) e a menor foi no estado do Ceará (VPA=2,47%).

Apesar de está entre os estados do nordeste com maiores taxas de produção de leite cru (em mil litros) por 100 mil habitantes Alagoas foi o único estado que obteve tendência decrescente (VPA= -5,23%) e significativa (p -valor $< 0,05$). E, neste aspecto, o estado com o melhor indicador foi Sergipe por ter apresentado as maiores taxas da produção de leite cru no período (ver Figura 1 e Figura 2) e maior variação percentual anual crescente (Tabela 2).

Estado	VPA (%)	IC	p-valor	D-W	Tendência
Alagoas-AL	-5,23	-0,81;-0,42	0,036	0,020	Decrescente*
Bahia-BA	1,79	-2,67;6,45	0,394	0,016	Crescente
Ceará-CE	2,47	-0,03;5,04	0,053	0,218	Crescente*
Maranhão-MA	0,36	-4,21;5,15	0,865	0,008	Crescente
Paraíba-PB	2,73	-0,57;6,13	0,094	0,126	Crescente
Pernambuco-PE	0,91	-2,44;4,36	0,560	0,124	Crescente
Piauí-PI	4,16	0,04;8,45	0,048	0,066	Crescente*
Rio Grande do Norte-RN	-1,06	-8,27;6,73	0,758	0,001	Decrescente
Sergipe-SE	8,57	4,82;12,45	0,001	0,086	Crescente*

Tabela 2 - Variação percentual anual e tendência das taxas por 100 mil habitantes da produção de leite cru (em mil litros) nos estados da região nordeste do Brasil, 2009 a 2019.

A produção de leite cru no estado de Sergipe é uma atividade econômica presente em todos os seus municípios desde os pequenos aos grandes produtores (SERGIPE, 2018). De acordo com Carvalho Filho, *et al.* (2000), alguns indicadores como instalação de indústrias de laticínios, dinâmica regional evidenciam um crescimento significativo na bacia leiteira do Sertão Sergipano do São Francisco, principalmente, centrada no município de Nossa Senhora da Glória.

Segundo Bezerra *et al.* (2011), a produtividade dos rebanhos leiteiros no estado de Piauí é muito baixa devido ao fato de ser baseada em pequenos produtores, por questões de ordem econômica e cultural, manejo inadequado. E esta realidade, de acordo com os mesmos autores, proporciona redução da produção de leite no estado de Piauí. Além disso, outro fator que apresenta correlação na produção de leite no estado de Piauí são as variáveis climatológicas. O estado de Piauí é uma região seca o que influencia diretamente na qualidade das forragens e no metabolismo dos animais (STAINES *et al.*, 2000).

3.3 Análise espacial

Para complementar a análise da sessão anterior, realizamos uma análise espacial da produção de leite cru (em mil litros) com os quantis da média geométrica da produção por 100 mil habitantes (Figura 2). Como esperado, os resultados apresentados na figura 3 convergiram com os da tabela 1.



Figura 3 - Distribuição espacial da produção média por 100 habitantes da produção de leite cru (em mil litros) nos estados da região nordeste do Brasil de 2009-2019.

Fonte: IBGE (Pesquisa trimestral do leite). Dados processados pelos autores.

Identificamos maiores produções por 100 mil habitantes de leite cru (em mil litros) nos estados de Sergipe, Ceará, Pernambuco e Bahia (cores mais escuras). E menores taxas nos estados do Piauí, Maranhão e Paraíba (Figura 3).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desta pesquisa foi analisar o comportamento das séries históricas das taxas da produção de leite cru (em mil litros) dos estados do nordeste de 2009 a 2019, tendo como fonte de dados a Pesquisa trimestral do leite produzida pelo Instituto de Geografia e Estatística do Brasil (IBGE).

Por meio da análise descritiva da produção por 100 mil habitantes de leite cru (em mil litros) nos estados que compõem a região nordeste do Brasil, foi identificadas maiores taxas médias na produção de 2009 a 2019 nos estados de Sergipe e Ceará e menores taxas em Piauí e Maranhão. A maioria dos estados obteve assimetria positiva e variação relativa em torno da média moderada (aproximadamente de 13 a 26%).

Entre os estados do nordeste, considerando a modelagem aplicada, o estado de Sergipe obteve os melhores indicadores, por ter apresentado as maiores taxas de produção por 100 mil habitantes e maior variação percentual anual crescente (VPA=8,57%).

A análise espacial por meio da média geométrica das taxas constatou maior concentração de leite cru (em mil litros) por 100 mil habitantes nos estados de Sergipe e Ceará e menores em Piauí, Maranhão e Paraíba.

Por fim, é relevante mencionar que esta pesquisa não teve a pretensão de identificar quais fatores podem estar interferindo no crescimento ou decréscimo da produção de leite nos estados da região nordeste, entretanto oferecer a comunidade científica, instituições governamentais e não governamentais uma nova proposta de avaliar a produção de leite cru enquanto indicador econômico.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, E.E.A. *et al.* Produção de leite e intervalo entre partos de um rebanho de vacas mestiças no Norte do Piauí. PUBVET, Londrina, V. 5, N. 1, Ed. 148, Art. 992, 2011.

CARVALHO FILHO, O. M.; MITERNIQUE, S.; CARON, P.; HOLANDA NETO, J.CERDAN, C. T.A pequena produção de leite no Semi-Árido sergipano. Embrapa Semiárido - Documentos (INFOTECA-E), 2000.

CRUZ, D. A. C. Região Nordeste: Nova fronteira do leite no Brasil. Disponível em: <https://www.biosistemico.org.br/topico/nova-fronteira-do-leite/> Acesso: 08/03/2019.

FAO. Food and Agriculture Organization. Milk and dairy products in human nutrition. Rome; 2016.

FERREIRA, P. *et al.* Análise de Séries Temporais em R: um curso introdutório. Rio de Janeiro: Elsevier; Ed.1, 264p. 2017.

FOX, J; WEISBERG, S. *et al.* Package 'car'. Companion to applied regression. Second edition. Version 2.1-5. 2011.

GUJARATI, D. N. Econometria Básica. São Paulo: Pearson Makron Books, 2000.

IBGE, Pesquisas agropecuárias, Departamento de Agropecuária. – 2. ed. – Rio de Janeiro : IBGE, 2002.

IBGE, Pesquisas agropecuárias, Departamento de Agropecuária. – 3. ed. – Rio de Janeiro : IBGE, 2018.

LEITE, C.C.; GUIMARÃES, A.G.; ASSIS, P. N.; SILVA, M.D.; ANDRADE, C. S.0 Qualidade bacteriológica do leite integral (tipo C) comercializado em Salvador – Bahia. Rev. Bras. Saúde Prod. An. 3 (1): 21-25, 2002.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA, CÂMARA SETORIAL DA CADEIA PRODUTIVA DE LEITE E DERIVADOS. Brasília – DF, Proposta preliminar da Embrapa Gado de Leite, 2012.

MOHR, F. Package 'prais'. Prais-Winstein estimation procedure for AR(1) serial correlation. Version 0.1.1. 2015.

MUNIZ, LC; MADRUGA, S. W; ARAÚJO, C. L. Consumo de leite e derivados entre adultos e idosos no Sul do Brasil: um estudo de base populacional. CiênciasSaúdeColetiva; 2013.

PRAIS, S. J. and WINSTEN, C. B. (1954): Trend Estimators and Serial Correlation. Cowles Commission Discussion Paper, 383 (Chicago).

STAINES, V.; RUSSEL, B.; GALLAGHER, S. Factors affecting milk composition. Agriculture Western Australia, Farmnote 5/92. Revisão setembro 2000. Disponível em <www.agric.wa.gov.au>.

SANTOS, D. F.; BARROS, G. S. C. Importações brasileiras de leite: impactos micro e macroeconômicos. Economia Aplicada, v. 10, n. 4, p. 541-559, 2006.

SERGIPE, Secretaria de Estado da Agricultura, do Desenvolvimento Agrário e da Pesca - SEAGRI, Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe - ENDAGRO. Acompanhamento Conjuntural da Bovinocultura de Leite 2011-2016, 2018.

ZOCCAL, R.; CARNEIRO, A. V.; JUNQUEIRA, R.; ZAMAGNO, M. A nova pecuária leiteira brasileira. In: BARBOSA, S. B. P.; BATISTA, A. M. V.; MONARDES, H. III Congresso Brasileiro de Qualidade do Leite. Recife: CCS Gráfica e Editora, v. 1, p. 85-95, 2008.

AQUECIMENTO SOLAR DE ESTUFA PARA CULTIVO DE COGUMELOS SHIITAKE: ASPECTOS FÍSICOS E ECONÔMICOS

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 03/04/2020

Saimonthon Alves Ferreira

Instituto do Mar, Universidade Federal de São Paulo, *campus* Baixada Santista.
Santos, SP, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/1114563379095200>

Fernando Ramos Martins

Instituto do Mar, Universidade Federal de São Paulo, *campus* Baixada Santista.
Santos, SP, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/9012359647335296>

RESUMO: O artigo aborda o estudo desenvolvido para aproveitamento térmico de recurso solar no aquecimento de estufa de produção de cogumelo shiitake situada na Serra da Mantiqueira no município de Gonçalves-MG, sudeste brasileiro. A região possui clima com temperaturas mínimas inferiores a 10 °C durante os meses de inverno. Alguns produtores utilizam estufas para climatização do ambiente de cultura, no entanto, a eficácia tem sido baixa, principalmente no período noturno dos meses de inverno quando a temperatura interna pode atingir valores que inviabilizam o desenvolvimento da cultura durante esta

estação. Neste estudo, a transferência de calor para o ambiente interno da estufa baseou-se no uso de radiadores com água como fluido de trabalho. O aquecimento da água foi realizado em coletores solares. A temperatura da água foi calculada com uso de dados de irradiação solar na superfície disponíveis no Atlas Brasileiro de Energia Solar em conjunto com as especificações técnicas do coletor térmico utilizado no estudo. O sistema proposto conta ainda com um auxílio de aquecedor elétrico para atender demanda de energia para climatização da estufa em condições meteorológicas que impossibilite o aquecimento solar da água na temperatura necessária para o desenvolvimento da cultura. Por fim, o estudo inclui uma estimativa de custo e investimento para a implementação do sistema.

PALAVRAS-CHAVE: Energia solar; Cultura de shiitake; Estufa; Climatização de ambiente.

SOLAR GREENHOUSE HEATING FOR SHIITAKE MUSHROOM GROWING: PHYSICAL AND ECONOMIC ASPECTS

ABSTRACT: The research aimed to exploit the solar energy resource to keep the temperature conditions required to grow shiitake mushrooms inside a greenhouse. The greenhouse is located

in Gonçalves-MG, a city in the Mantiqueira Mountain Range in the Southeastern Brazilian region. The region presents temperatures lower than 10 °C during the winter season, making natural conditions inadequate for growing the mushrooms. The greenhouse heating is based on heat radiators using water as the heat exchange fluid. The heating system was designed to keep the greenhouse temperature above 10°C required to farm the mushrooms. The Brazilian Atlas for Solar Energy provides solar energy data for system design. The system also includes back up heating resistors to be used in adverse meteorological conditions during extended periods and preventing low water temperatures using only solar energy resource. Finally, an economic evaluation for system implementation shows that system implementation is viable.

KEYWORDS: Solar energy, Shiitake culture, Greenhouse, Temperature regulation.

1 | INTRODUÇÃO

A energia solar térmica é usada pela humanidade desde os primórdios. Arquimedes em 212 a.C. atacou uma frota hostil utilizando espelhos para concentrar a incidência solar e incendiar as velas das embarcações inimigas. Nos séculos XVII e XVIII, alguns cientistas concentraram os raios solares usando espelhos ou lentes e conseguiram fundir metais. Lavoisier (1743-1794) conseguiu alcançar temperaturas próximas a 1700 °C em seus estudos utilizando a energia solar (Hinrichs et al., 2015).

Atualmente, a necessidade de diversificação da matriz energética e as questões ambientais que se apresentam para a sociedade são fatores impulsionadores para o desenvolvimento tecnológico e para uso de fontes de energia renováveis e com baixo impacto ambiental. O Brasil por estar localizado na sua maior extensão na região tropical, possui grande potencial para o aproveitamento de energia solar durante todo o ano (Pereira et al., 2017, Martins et al, 2008). Estudos demonstram a viabilidade técnica e econômica do aproveitamento do recurso solar tanto para aplicações térmicas quanto para a geração de eletricidade (Rüther e Miguelaol, 2018) e (Martins et al, 2011). As aplicações térmicas já possuem um mercado bastante consolidado no Brasil para o aquecimento de água para uso residencial, mas aplicações nos setores industrial e de agronegócios possuem um potencial elevado para consolidação do mercado.

O cogumelo shiitake (*Lentinula edodes*) é de origem asiática e pode ser encontrado como decompositor de árvores ou em sementes de carvalho de acordo com (Piccinin, 2011). Ainda segundo o autor, este cogumelo tem sido cultivado e consumido há séculos sendo bastante procurado pelo sabor e valor nutricional. O shiitake é cultivado comercialmente em substratos (serragem, bagaço de cana de açúcar, farelo de arroz, farelo de trigo, farelo de soja, borra de café e outros) e apresenta uma produção de boa qualidade em ambientes com temperaturas próximas à 25°C (Oliveira, 2004). Entretanto, experiências práticas de agricultores localizados na Serra da Mantiqueira (estado de Minas Gerais – região Sudeste do Brasil) indicam a necessidade de manter temperaturas mínimas superiores

a 10°C, para que o Shiitake produzido em substratos consiga atender as características exigidas para comercialização.

Este artigo descreve um estudo de caso de aproveitamento de energia solar para climatização de uma estufa dedicada ao cultivo de cogumelo shiitake localizada na Serra da Mantiqueira, município de Gonçalves-MG. A cultura de shiitake exige temperatura deve superior a 10°C para que a produção seja economicamente sustentável (E. Piccinin, 2000). O gráfico na Figura 1 mostra a variação da média mensal das temperaturas mínimas elaborado com base na climatologia local para a região da Serra da Mantiqueira disponibilizada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2020). Constata-se que a região apresenta temperaturas mínimas diárias abaixo de 10°C nos meses de inverno (Maio a Agosto).

Segundo Piccinin (2000), temperaturas tão baixas quanto as observadas na Serra da Mantiqueira inviabilizam a implementação da cultura de modo economicamente viável. Contudo, Vadiiee e Martin (2012) demonstram que o uso de uma estufa pode reduzir o stress ambiental e viabilizar a cultura. Segundo Hassanien et al. (2016), o controle da temperatura em estufas visa mantê-la na faixa de valores adequados para crescimento da cultura usando técnicas de aquecimento, variação de sombreamento, enriquecimento de CO₂ e outros métodos.

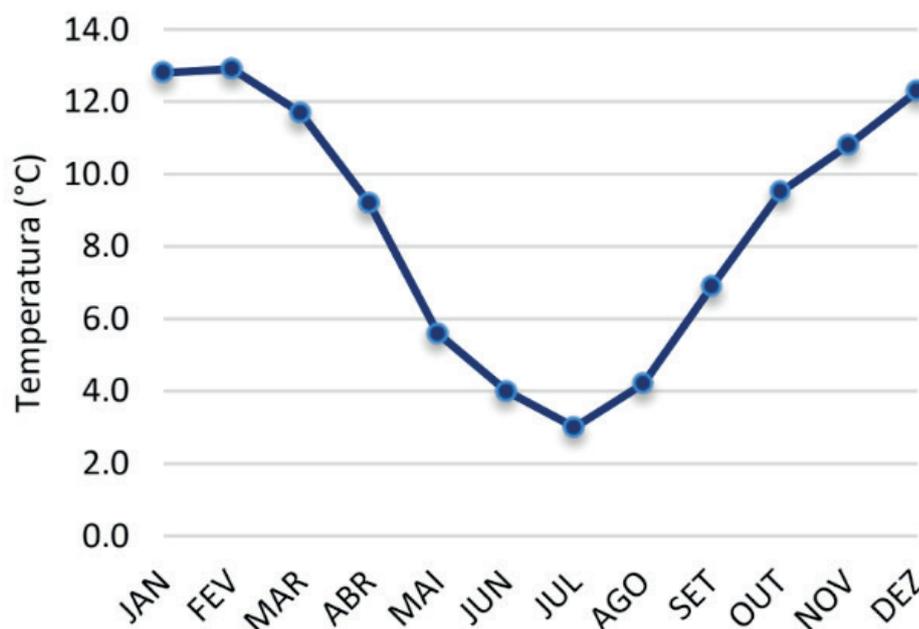


Figura 1. Climatologia da temperatura mínima diária disponibilizada pelo INMET (2018) para a Serra da Mantiqueira com base em dados observados em Campos do Jordão (SP), localizado a 28 km de Gonçalves (MG).

Este estudo tem como foco o aproveitamento térmico da energia solar incidente para fornecer água quente para radiadores instalados no interior da estufa. A estufa está instalada e em funcionamento em um pequeno sítio. A proprietária do empreendimento possui dois coletores solares ainda não operacionais. Assim, o estudo teve por objetivo

avaliar o uso de energia solar para controle da temperatura mínima na estufa utilizando apenas estes coletores solares já disponíveis no local. O artigo está organizado de forma que aborda inicialmente a metodologia adotada para entender a demanda energética para o controle térmico da estufa. Em seguida, o artigo descreve a metodologia para estimar a taxa de calor transferido para aquecimento da água com uso dos dois coletores solares térmicos posicionados próximos a estufa. A água quente é o fluido de trabalho dos radiadores para o aquecimento do interior da estufa no período noturno quando, em geral, a temperatura atinge valores inferiores a 10°C.

O estudo apresenta também uma avaliação preliminar do investimento necessário para a implementação do sistema, para que possa servir como auxílio a produtores da região na implementação de sistemas similares.

2 | METODOLOGIA

O calor pode ser definido como a forma de energia que é transferida em função do gradiente de temperatura (Livi, 2004). A termodinâmica é a área da ciência que estuda as relações entre as propriedades térmicas de um sistema e as trocas de calor e trabalho com a sua vizinhança para que o sistema passe de um estado inicial para um estado final. Em muitas situações, as questões abordadas em termodinâmica estão também no escopo de outro ramo da Engenharia denominado Fenômenos de Transporte.

A transferência de calor pode ocorrer por três mecanismos conforme ilustrado na Figura 2: condução em um meio estacionário sujeito à gradiente de temperatura; convecção entre a superfície e um fluido em movimento; e emissão de radiação no faixa espectral do infravermelho (Bird e Stewart, 2004). Geralmente em situações reais de transferências de calor, dois ou três dos mecanismos de transferência de calor acontecem simultaneamente (Livi, 2004).

No presente estudo, vamos considerar três mecanismos que desempenham papel importante na manutenção da temperatura do ambiente interno da estufa: a radiação associada à emissão de energia pelas superfícies dos radiadores instalados no interior da estufa; a convecção que promove a distribuição de energia por meio do movimento do ar no interior da estufa; e, finalmente, a condução térmica dos materiais que fazem parte da estrutura da estufa, como material isolante térmico para reduzir a transferência de calor para o meio externo.

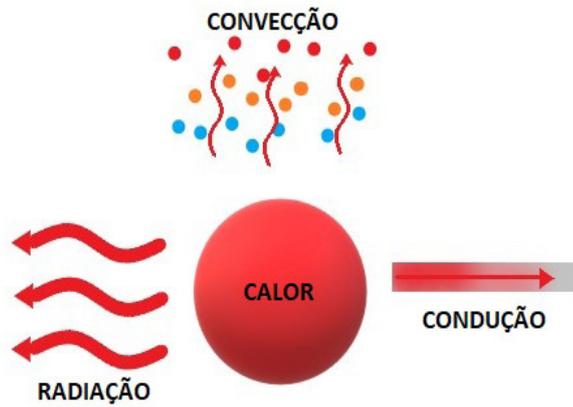


Figura 2: Esquema mostrando os três mecanismos de transporte de calor.

2.1 Princípio de funcionamento

O princípio de funcionamento de um sistema de aquecimento solar consiste na conversão da energia eletromagnética emitida pelo Sol em energia térmica por meio do aquecimento de um fluido de trabalho (Jamar et al, 2016). A Figura 3 ilustra esquematicamente o sistema proposto para o aquecimento da estufa com uso de conversão da energia solar. O sistema de aquecimento solar é dividido em três subsistemas básicos: o subsistema para captação da energia solar composto pelos coletores (representados pelos números 1), o subsistema de armazenamento no qual o fluido permanece retido após aquecimento e o subsistema composto pelas tubulações por onde circula o fluido de trabalho entre os coletores e o reservatório de armazenamento [ver Figura 3].

O Subsistema de Armazenamento é composto por dois reservatórios térmicos. O primeiro reservatório (representado pelo número 2) na Figura 3 é utilizado como armazenamento temporário do fluido (água) durante o ciclo diurno de aquecimento solar. O segundo reservatório térmico (representado pelo número 3) é utilizado para o armazenamento localizado no interior da estufa. Após o Sol se pôr, a água aquecida ao longo do dia é transferida para o reservatório 2 para circulação no sistema radiador (número 4) instalado no interior da estufa sempre que houver a necessidade de aquecimento do interior da estufa para a manutenção de temperatura acima de 10°C. Este segundo reservatório possui uma resistência elétrica, que atuará como sistema complementar de energia para aquecimento da água e será acionado em dias em que as condições meteorológicas não são adequadas para atender a demanda de calor para climatização da estufa.

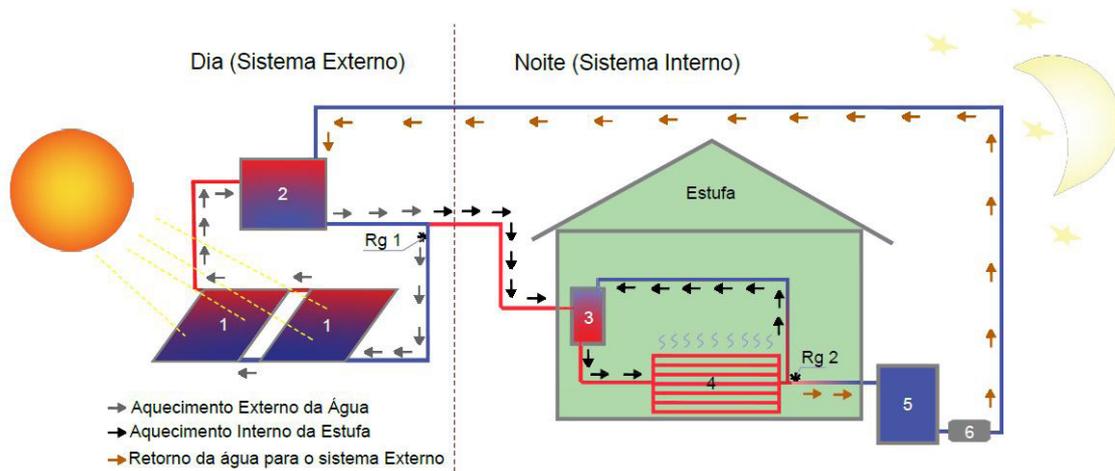


Figura 3: Desenho esquemático do sistema de aquecimento utilizado no estudo de caso.

As etapas do funcionamento do sistema proposto para controle de temperatura da estufa podem ser descritas da seguinte forma:

- I. O processo inicia-se com o abastecimento do reservatório 2 com água.
- II. A temperatura da água aumenta quando atinge aos coletores em razão da exposição à energia solar e se expande. A água aquecida apresenta menor densidade e se desloca para parte superior dos coletores. O processo de convecção força a água retornar ao reservatório 2 colocado acima dos coletores de modo que o sistema opera de forma cíclica com a circulação da água entre o reservatório e os coletores solares.
- III. Entre o nascer e pôr do Sol, a válvula identificada por Rg 1 permanece fechada e impede que o fluido vá para o interior da estufa de modo que o sistema realiza ciclos de aquecimento da água durante o período de incidência da radiação solar.
- IV. Após o pôr do Sol, a válvula Rg 1 é aberta para que a água seja transferida para o interior da estufa, onde seu aquecimento poderá ser complementado pela resistência elétrica do reservatório, quando necessário.
- V. Durante o período da noite, a água permanece circulando entre o reservatório 2 e os radiadores localizados no interior da estufa com objetivo de manter a temperatura interna da estufa superior a 10°C.
- VI. Após o nascer do Sol, a válvula Rg 2 é aberto e a água será transferida para o reservatório 2, para um novo ciclo de aquecimento com uso de energia solar.

2.2 Dimensionamento do sistema

A condução térmica é caracterizada pela transferência de calor por um meio material sólido ou fluido em decorrência da presença de um gradiente de temperatura entre suas extremidades (Kreith *et al.*, 2003). Dessa forma, podemos determinar a densidade de fluxo de calor através das “paredes” que isolam a estufa do ambiente externo utilizando a

expressão unidimensional da equação de Fourier descrita em (1):

$$\frac{\delta Q}{\delta t} = \frac{k \times A \times (T_1 - T_2)}{l} \quad (1)$$

onde $\frac{\delta Q}{\delta t}$ é a taxa de transferência de calor por condução na direção x [em W]; k é o coeficiente de condutividade térmica do material [em W/m.K]; A é a área da seção normal ao fluxo de calor [em m²]; l é a espessura do material na direção do fluxo de calor [em m]; $(T_1 - T_2)$ é a diferença de temperatura dos dois ambientes, sendo T_1 é a temperatura necessária do interior estufa (10°C) e T_2 é a temperatura do ambiente externo.

Em nosso estudo, a média mensal das temperaturas mínimas dos meses de inverno (Maio, Junho, Julho e Agosto) em torno de 4,2°C foi adotada para o valor de T_2 . Utilizamos tubos de cobre como elementos radiadores no interior da estufa em razão de sua elevada condutância térmica (Çengel e Ghajar, 2012). A água é o fluido de trabalho para percorrer os tubos de cobre. Quando trabalhamos com trocadores de calor, é conveniente utilizar o *coeficiente global de transferência de calor* U , que sistematiza as diferentes resistências térmicas equivalentes nos fluidos quente e frio (Água e Ar, respectivamente). A resistência térmica dos tubos de cobre pode ser desprezada assumindo a elevada condutividade térmica ($\cong 372$ W/m.K) do cobre. A espessura de sua parede é muito pequena ($\cong 0,1$ mm) de modo que a área das superfícies internas e externas são aproximadamente idênticas (Çengel, 2012). Assim, utilizamos o valor médio tabelado U de 45 (W/(m².K)) de modo que a taxa média de transferência de calor pode ser dada como:

$$\frac{\delta Q}{\delta t} = U \cdot A_s \cdot (T_i - T_e) \quad (2)$$

onde $\frac{\delta Q}{\delta t}$ é o taxa de transferência de calor entre radiador e o ar interno da estufa [em W]; U é o coeficiente global de transferência de calor pelo radiador [em W/(m².K)]; A_s é a área da superfície externa do radiador [em m²]; T_i e T_e são as temperaturas da água (fluido de trabalho) e do ar, respectivamente.

2.3 Coletores solares

O posicionamento do conjunto de coletores solares é de fundamental importância para o desempenho do sistema. A literatura técnica-científica recomenda que os coletores fixos sejam instalados com a inclinação igual a latitude da região mais 10° (ABRAVA, 2017, COMGÁS e ABRINSTAL, 2011; CUMULUS, 2009). Além da inclinação, os coletores devem estar voltados para o Norte Geográfico [ver Figura 4] de forma que permita maior tempo de incidência de radiação solar ao longo do dia. Quando maior o desvio em relação ao Norte geográfico, maior o tempo em que o coletor não receberá incidência de energia solar. O coletor solar voltado para o Sul Geográfico receberá a menor incidência de energia solar ao longo do seu funcionamento. Caso o coletor seja posicionado com face para o Leste, receberá insolação apenas no período da manhã até o Sol atingir sua posição mais

elevada de sua trajetória na abóbada celeste. Por outro lado, quando a face do coletor estiver voltada para Oeste, o coletor será iluminado apenas no período vespertino.

No presente trabalho, coletores solares da marca Mondialle Solar, modelo CSVM-BV – 200 com área de insolação igual a 1,9 m² foram adotados como referência para o estudo. A escolha do modelo se deve a disponibilidade de equipamentos no sítio de estudo. No catálogo do equipamento não consta a eficiência dos coletores, entretanto, possui informações de operação em condições específicas que permite a determinação do seu valor utilizando a equação (3). Para calcular a quantidade máxima de calor $Q_{max} = h \times I \times 3600$, utilizou-se os valores indicados pelo fabricante ($I = 1000 \text{ W/m}^2$ e $h = 7$ horas). O valor de $Q_{real} = m \times c \times \Delta T$ é determinado utilizando o volume de água aquecida (100 l) e a variação de temperatura da água ΔT (35°C) nas condições indicadas pelo fabricante. O calor específico, c , adotado foi de 4184 J/Kg °C.

$$\varepsilon = \frac{Q_{real}}{Q_{max}} \quad (3)$$

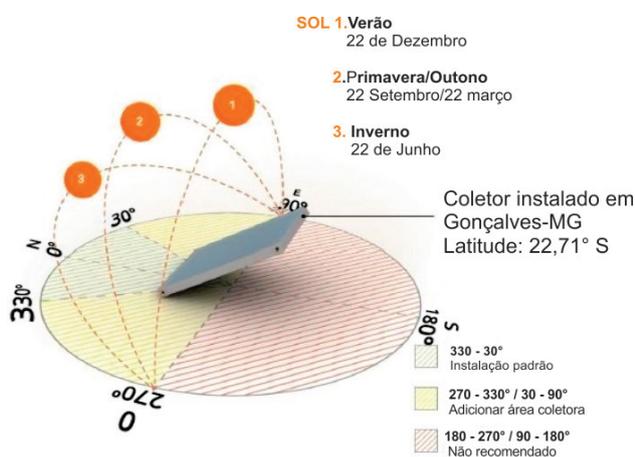


Figura 4: Trajetória do Sol na abóbada celeste ao longo do dia e seu deslocamento em relação ao Norte Geográfico. Os números 1, 2 e 3 representam a posição do Sol em diferentes estações do ano. Fonte: Adaptado de COMGÁS, 2011.

O valor de eficiência de 58,3% foi obtido para os coletores solares. Com o resultado, pode-se determinar a quantidade de calor produzida nas condições locais de incidência de energia solar através da equação (4).

$$P = I \times \varepsilon \times A \quad (4)$$

onde: P é o valor médio de calor obtido sob as condições locais de irradiação solar [W/dia]; I é a média da irradiação solar diária no local de instalação dos coletores solares (Gonçalves) [em Wh/m²]; ε é a eficiência dos coletores [adimensional]; e A é a área dos coletores solares (1,9 m²).

Após o cálculo da quantidade média de energia por unidade de tempo que os coletores absorvem ao longo do dia, pode-se determinar a temperatura final da água utilizando a equação (5), assumindo a temperatura inicial da água em 15 °C (temperatura observada no local). A capacidade de armazenamento do reservatório 2 é de 310 L, onde a T_f é a

temperatura da água no reservatório 2 após um dia de aquecimento solar.

$$T_F = \left(\frac{Q}{m.c} \right) + T_I \quad (5)$$

onde P é a potência média diária de calor obtida sob as condições locais de irradiação solar determinada com uso da equação (4); m é a massa da água no reservatório (2); Q é o calor específico da água; e T_I é a temperatura inicial da água.

Para calcularmos a viabilidade financeira de investimento do sistema, utilizaremos a metodologia *payback* (PB) para estimar o tempo necessário para que a produção do cogumelo recupere o seu investimento (Gitman, 2004). O tempo de retorno é avaliado conforme descrito na equação (6):

$$PB = \frac{I.T}{L.M - S.A.M} \quad (6)$$

onde o valor do Lucro Mensal (LM) foi fornecido pelo proprietário da cultura e está similar ao alcançado por outros produtores da região (apresentado mais adiante). O Investimento Total (IT) considerará o custo com todos materiais necessários para a implementação, e o Sistema Auxiliar Mensal (SAM) representa o custo de eletricidade para aquecimento complementar da água no reservatório 3 acionado quando a temperatura da água atingir valores menores do que necessário para que a estufa se mantenha em 10°C. O custo do uso da resistência elétrica utilizando um controlador de temperatura pode ser dado pela seguinte equação (7).

$$C_e = h \times w \times \$ \times n \quad (7)$$

onde h , representa o tempo de uso [em horas]; w , o consumo do equipamento [em W]; $\$$, o valor tarifário da energia elétrica [em R\$]; e n corresponde ao número de dias em um mês.

2.4 Propriedades Da Estufa

A Figura 5 apresenta imagens reais da estufa utilizada como referência neste estudo, situada na Serra da Mantiqueira (22° 42' 52" S 45° 49' 37" O) no município de Gonçalves - Minas Gerais. A estrutura da estufa é composta pelos seguintes materiais: Lona de estufa, tela anti-mosquito, blocos de concreto, janelas de vidro, madeira, telhado de amianto e piso barro batido coberto com brita. Possui no seu interior, iluminação, equipamentos para manejo da cultura de cogumelo, prateleiras de madeira e blocos de shiitake. A produção do cogumelo está em dividida em prateleiras com um total aproximado de 3150 estruturas de substrato para a criação de shiitakes (cerca de 573 blocos por prateleira).

O volume da estufa é compreendido por $(11,65 \times 6,95 \times 3) \text{m}^3$, totalizando 242,9 m^3 . A área das paredes da estufa é $[2(11,65 \times 3) \text{m}^2 + 2 \times (6,95 \times 3)] \text{m}^2$ totalizando 111,6 m^2 , sendo que 26,23 m^2 está construída em blocos de concreto com duas camadas de 20 mm de espessura, 8,27 m^2 de madeira de 20 mm de espessura e 74,83 m^2 de lona de estufa e

tela anti-mosquito com cerca de 0,2 mm de espessura. Cerca de 3 m acima do solo, a estufa possui um espaço de ar com uma espessura média de 0,99 m separado por uma lona da parte inferior da estufa e um telhado de amianto com 5 mm de espessura com área de 81,78 m². A região entre a lona e o telhado de amianto possui um volume total de 93,5 m³ [vide Figura 6].



Figura 5: a) Vista de frente da estufa b) Vista do interior da estufa.

No interior da estufa são dispostas 5 ½ prateleiras onde estão dispostas as estruturas de substrato para cultura de shiitakes. As prateleiras tem medidas de (5,5×0,8×2,22) m com distância de 0,7 m entre elas e suspensas à 0,37 m em relação ao solo. As estruturas de shiitake tem medidas de (0,18×0,1×0,11) m e estão dispostos nas prateleiras e a sua principal composição é o pó de serra. A estufa também possui uma área de serviço, separada por uma pequena divisória da área de prateleiras. A Figura 7 mostra a disposição das prateleiras no interior da estufa.

Para calcularmos a transferência de calor dos materiais utilizando a equação (1), devemos conhecer a constante (k) além da área da seção transversal e espessura de cada material. Para este estudo foram utilizadas as constantes listadas em Hinrichs et al. (2015) baseadas em valores combinados de condução e convecção. Com isso, os valores de (k) estão compilados na Tabela 1 juntamente com as áreas citadas acima.

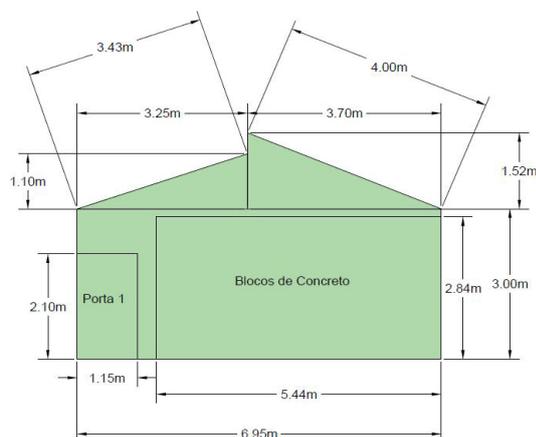


Figura 6: Vista dimensional frontal da estufa.

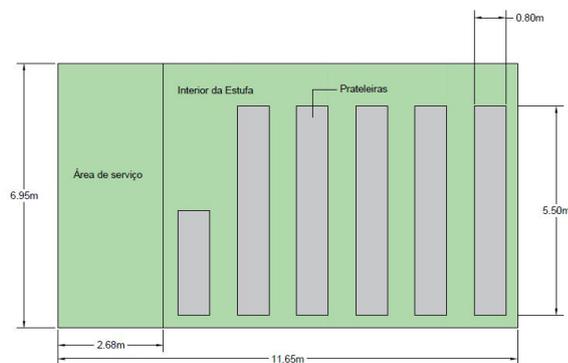


Figura 7: Visão dimensional superficial da estufa.

Material	Área (m ²)	Espessura (mm)	Condutividade térmica (W/m.K)
Telha de Amianto	81,78	5	0,132
Ar (Entre lona superior e Telhado)	62,34	990	0,026
Lona de Estufa e Tela de proteção	68	0,2	0,17
Bloco de Concreto	17	200	1,068
Madeira	7,46	22	0,155

Tabela 1 - Propriedades dos Materiais

A média mensal total diária de irradiância solar incidente na superfície nos meses de inverno da região foi avaliada com base nos dados disponibilizados no Atlas Brasileiro de Energia Solar (Pereira et al., 2017). O software Quantum GIS (QGIS) foi utilizado para extração dos dados georreferenciados de energia solar para a localidade com coordenadas (22°42'52"S 45°49'37"O). A Figura 8 mostra a variação sazonal dos valores médios mensais da irradiação solar incidente na superfície.

A Tabela 2 mostra os valores correspondentes aos meses de inverno desde (maio até agosto). Utilizando os valores de irradiação solar incidente na superfície, estimou-se a potência térmica, P , obtido com o uso da equação (4). Assim a energia térmica igual a $35,9 \times 10^6$ J/dia foi estimada com exposição à média de irradiação solar, de modo que os 310 litros de água serão aquecidos até a temperatura $T_F = 42,7^\circ\text{C}$ estimada com uso da equação (5).

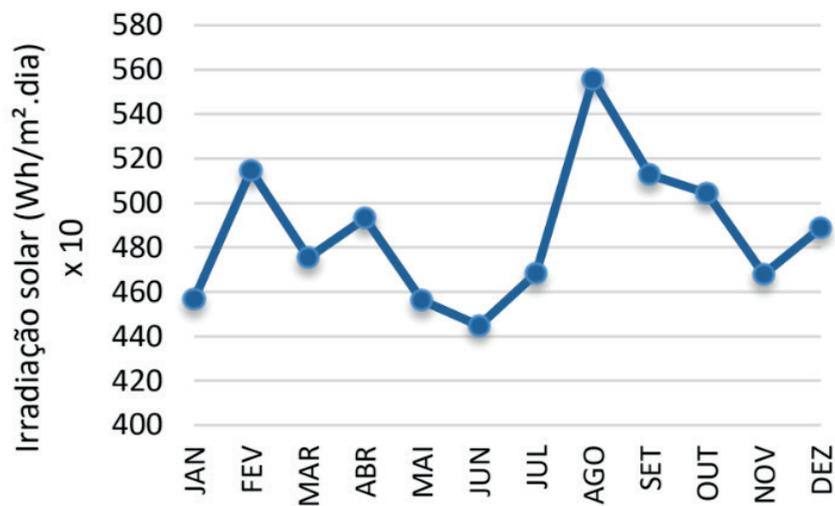


Figura 8: Média mensal da irradiação solar diária na localidade em estudo.

Meses	Irradiação (Wh/m².dia)
Maio	4562
Junho	4448
Julho	4684
Agosto	5556
Média	4812,5

Tabela 2 – Média mensal da Irradiação Solar incidente na superfície para a localidade de estudo

2.5 Transferência de calor pela estufa na situação limite de trabalho.

Considerando a temperatura interna mínima deve ser 10°C para manter a condição adequada para a cultura de shiitake, os radiadores deverão fornecer uma quantidade de energia que mantenha a diferença em relação à temperatura externa média observada no inverno. Com base nos dados apresentados na Tabela 1, a perda de calor pela estufa nas diversas interfaces com o ambiente externo está listada na Tabela 3. A taxa de calor transferida para o ambiente externo é 220,19W. Considerando a uma condição conservadora em que a média diária da temperatura externa apresenta-se igual à média da temperatura mínima, será necessário que os radiadores sejam capazes de suprir cerca de 5280 W.h/dia.

Nestas condições torna-se necessário o uso de sistema elétrico para o aquecimento do fluido de trabalho. O uso do sistema elétrico adiciona um custo elevado na manutenção da temperatura que impactará no tempo de retorno do investimento a depender do custo da eletricidade entregue pela concessionária de energia. Esse aspecto pode inviabilizar economicamente o uso do sistema proposto para a climatização da estufa de produção de shiitake durante o inverno na região de estudo.

Material	$\frac{\delta Q}{\delta t}$ (W)
Telha de Amianto	0,0062
Lona de Estufa e Tela de proteção	219,64
Bloco de Concreto	0,345
Madeira	0,2
Q_x total	220,19

Tabela 3 - Quantidade de calor transferida pela estufa para o ambiente externo.

3 | SOLUÇÃO PROPOSTA

Está evidente, com base na Tabela 3, que a grande parte da transferência de calor (99,75 %) entre a estufa e o exterior ocorre pela área de Lona de Estufa e Tela de Proteção. Assim sendo, a proposta, para minimizar a demanda de consumo de eletricidade, consiste em adicionar duas camadas de Lona de Estufa para aumentar a espessura total nesta interface da estufa com o meio externo, e também criar camadas de ar (baixa condutividade térmica) entre as lonas para aumentar o isolamento térmico da estufa (ver Figura 9).

Considerando a nova configuração, os processos de condução apenas pelas camadas de lona reduzem a transferência de calor de 219,19 (W) para 73,21 (W). Considerando a camada de 5 mm de ar entre as lonas, a transferência total de calor para o ambiente externo fica reduzida à 1,22 (W).

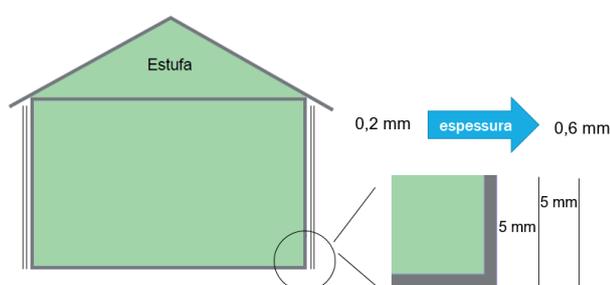


Figura 9: Detalhe da adição das duas camadas de lona para reduzir transferência de calor da estufa para o ambiente externo durante o período noturno.

Com base na a solução proposta, e utilizando o valor de temperatura interna (T_i) do radiador como a temperatura da água aquecida pelo Sol, a área do radiador foi dimensionada conforme a equação (2) e está expresso na Tabela 4, com isso a água seria liberada aos poucos do reservatório térmico para os radiadores até reduzir-se a uma temperatura mínima de 20 °C.

Como observamos, a quantidade de calor a ser fornecida pelo Sol, atende a perda de calor da estufa, viabilizando o projeto através da utilização da solução proposta. Entretanto, como os cálculos basearam-se em valores médios do total diário, haverá dias

em que a quantidade de calor obtida será insuficiente. Para garantir que a temperatura interna da estufa permaneça superior a 10 °C, o estudo assume, de forma conservativa, o uso do sistema auxílio térmico com uma resistência de 4 (kW) para atender 50 % da perda térmica diária da estufa (7,32 kW), o que corresponde a operação do sistema por 1,83 h/dia.

Dados	Valores
Q cedido – (W.h)	14,64
Coeficiente Global U (W/m.K)	45
Temperatura (°C)	42,7
Volume do Radiador (L)	54,74
Área de contato (m²)	9,94

Tabela 4 - Dimensões e Temperatura do Radiador Cilíndrico

4 | ANÁLISE FINANCEIRA

Foi considerado no custo de implementação do sistema, um conjunto de tubos, conexões e materiais necessários, chegando a um valor de R\$ 4150,00 que aliado ao custo de mão de obra estimado em cerca de 20% do valor de material (R\$ 850,00) resulta em um Investimento Total de R\$ 5000,00. As cotações de preço e orçamento de mão de obra foi realizado nas lojas varejistas da região na Serra da Mantiqueira.

O custo com consumo de energia associado ao funcionamento do sistema elétrico de auxílio foi estimado em R\$ 112,00 a partir da equação (7), adotando a tarifa de eletricidade de 0,51 (R\$/kWh) aplicada ao local pela concessionária de energia (CEMIG, 2018). O valor financeiro de utilização da bomba d'água foi desprezado pelo baixo volume de água a ser bombeado.

Para se estimar o tempo de retorno do investimento para a implementação do sistema proposto, adotou-se o lucro médio mensal da produção de shiitake com base em informações de produtores locais do mesmo porte. O valor utilizado foi R\$ 1500/mês se as condições ambientais são atendidas. Considerando a implementação do sistema no mês de março (início do outono), foi estimado o tempo de retorno de aproximadamente 3,6 meses (ver Figura 10).

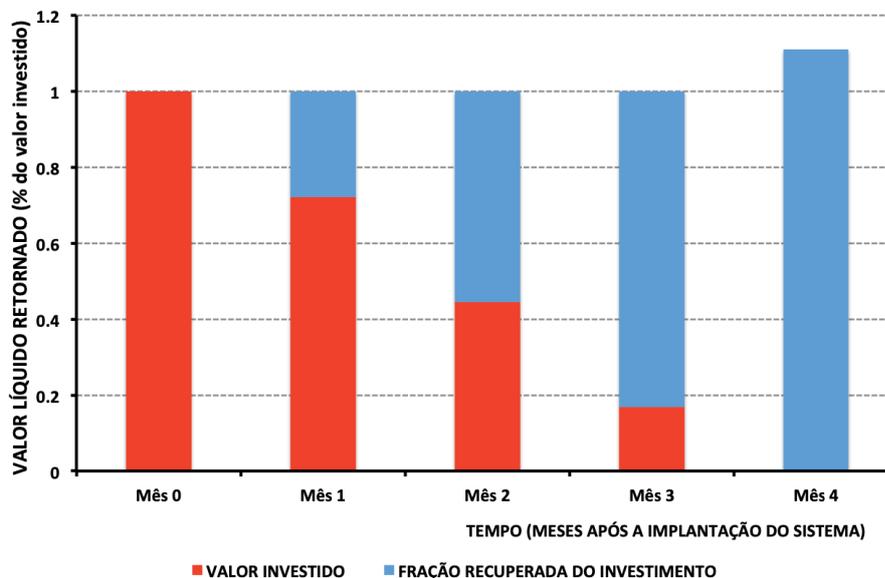


Figura 10. Fração porcentual do investimento inicial em função do tempo de operação da estufa com sistema de aquecimento utilizando recurso solar térmico proposta para a cultura de shiitake na cidade de Gonçalves (MG) – Serra da Mantiqueira.

5 | CONCLUSÃO

Este estudo propõe uma solução para a questão de baixa produtividade da cultura de shiitake na região da Serra da Mantiqueira durante a estação seca quando as temperaturas mínimas podem atingir valores abaixo 10°C. O estudo propõe aproveitamento térmico da energia solar por meio de aplicação de duas tecnologias distintas: uma estufa manter a cultura de shiitake em sua interna e um sistema de aquecimento de ambiente com radiadores alimentados com água aquecida em coletores solares. As baixas temperaturas ocorrem nos meses de inverno quando a nebulosidade e precipitação são baixas e a região apresenta valores de irradiância solar incidente na superfície elevadas. O sistema proposto neste estudo fez uso de dois coletores solares totalizando uma área de 3,8 m² para conversão em energia térmica. Dois reservatórios de água quente foram utilizados sendo o primeiro na área externa da estufa e outro na parte interna.

Para reduzir a transferência de calor entre o interior da estufa e o meio externo utilizou-se do recurso de sobrepor camadas de lona de modo a aumentar o isolamento térmico em dias ou noites de temperaturas mínimas menores que a média climatológica desta variável meteorológica.

A implementação do sistema proposto mostrou-se viável financeiramente, com um tempo de retorno do investimento entre 3 e quatro meses, ou seja, o tempo de uma estação de inverno. A estimativa do tempo de retorno foi realizada considerando a estimativa de lucro mensal fornecida por produtores locais de shiitake. O resultado obtido é específico para o caso estudado, mas pode servir de guia orientador bastante útil para outros produtores da região cuja renda está associada com a cultura. O estudo pode

ser reproduzido para outros produtores desde que conheça as dimensões da estufa, e a localização da cultura para estimar a irradiação solar incidente na superfície e avaliar sombreamentos que podem reduzir o desempenho do sistema.

REFERÊNCIAS

ABRAVA. **Projetando uma instalação de aquecimento solar passo a passo**. Acessado em: 10/10/2017. Disponível em: <http://www.forumclima.pr.gov.br/>

BIRD R.B.; STEWART W.E.; LIGHTFOOT E.N. **Fenômenos de Transporte**. LTC Editora S.A. Rio de Janeiro, RJ, 2004.

COMGÁS; ABRINSTAL. **Sistemas de Aquecimento de Água para Edifícios através da associação Solar & Gás Natural**. (COMGÁS, 58pp. São Paulo, SP, 2011.

CUMULUS S/A INDÚSTRIA E COMÉRCIO. **Manual de uso e instalação do sistema de aquecimento solar**. CUMULUS, 30pp. São Paulo, SP, 2009.

ÇENGEL Y.A.; GHAJAR A.J. **Transferência de Calor e Massa: Uma Abordagem Prática**. Editora McGrawHill, 4a Edição, 863pp. Porto Alegre, RS, 2012.

DUARTE L.A.; SCHÖFFEL E.R.; MENDEZ M.E.G.; SCHALLENBERGER E. **Alterações na temperatura do ar mediante telas nas laterais de ambientes protegidos cultivados com tomateiro**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 15, n. 2, p. 148-153, 2011.

GITMAN L.J. **Princípios de administração financeira**. Pearson, 659pp. São Paulo, SP, 2004.

HASSANIEN R.H.E.; LI M.; LIN W.D. **Advanced applications of solar energy in agricultural greenhouses**. Renewable and Sustainable Energy Reviews 54, p. 989 – 1001, 2016.

HINRICHS R.A.; KLEINBACH M.; REIS L.B. **Energia e Meio Ambiente** – Tradução da 5ª Edição Norte-Americana. (Cengage Learning) São Paulo, SP, 2014.

INMET. Normas climatológicas do Brasil. INMET, 1981-2010. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>. 2020.

JAMAR A.; MAJID Z.A.A.; AZMI W.H.; NORHAFANA M.; RAZAK A.A. **A review of water heating system for solar energy applications**. International Communications in Heat and Mass Transfer, 10pp. 2016.

JAMAR A.; MAJID Z.A.A.; AZMI W.H.; NORHAFANA M.; RAZAK A.A. **A review of water heating system for solar energy applications**. International Communications in Heat and Mass Transfer, 10pp. 2016.

KREITH F.; MANGLIK R.M., BOHN M.S. **Princípios de transferência de calor**. Pioneira Thonsom Learning. São Paulo, SP, 2003.

LIVI C.P. **Fundamentos de Fenômenos de Transporte Um Texto para Cursos Básicos**. LTC Editora S.A. Rio de Janeiro, RJ, 2004.

MARTINS, F. R.; ABREU, S. L.; PEREIRA, E. B. **Scenarios for solar thermal energy applications in Brazil**. Energy Policy, v. 48, p. 640-649, 2012

PEREIRA E.B.; MARTINS F.R.; GONÇALVES A.R.; COSTA R.S.; DE LIMA F.J.L.; RÜTHER R.; ABREU S.L.; TIEPOLO G.M.; PEREIRA S.V.; SOUZA J.G. **Atlas Brasileiro de energia solar**. Instituto Nacional de

Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, SP, 2017.

PICCININ E. Cultivo do cogumelo shiitake (*Lentinula edodes*) em toras de eucalipto: teoria e prática. Editado por Eliana M. Garcia (Serviços de produções gráficas – USP) Piracicaba, SP, 2000.

REBOUÇAS M.; JABUR M.A.; SEVERINO M.M.; CONCEIÇÃO A.C.; CAMPELLO J.; PAGY B.; SANTOS T.; PAPELLEO V.; ELY F. Atlas de energia elétrica do Brasil. CEDOC, 3a Edição, 233pp. Brasília, DF, 2008.

RESNICK R.; HALLIDAY D.; WALKER J. **Fundamentos de física: gravitação, ondas e termodinâmica.** LTC Editora S.A., v. 2, 276pp. Rio de Janeiro, RJ, 2009.

VADIEE A.; MARTIN V. **Energy management in horticultural applications through the closed greenhouse concept, state of the art.** Renewable and Sustainable Energy Reviews 16, p. 5087 – 5100, 2012X.

ARTICULAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA AGRICULTURA FAMILIAR PELO COLEGIADO DO TERRITÓRIO SUDOESTE BAIANO

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 13/04/2020

Maiara dos Anjos Santos

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia -
UESB

Vitória da Conquista – Bahia

<http://lattes.cnpq.br/7695341242053289>

Valdemiro Conceição Júnior

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia -
UESB

Vitória da Conquista – Bahia

<http://lattes.cnpq.br/0543024073878236>

Jamily Silva Fernandes

Universidade Federal de São Carlos – UFSCar
Araras – São Paulo

<http://lattes.cnpq.br/0280723474650567>

RESUMO: A agricultura familiar é responsável pela produção de grande parte dos alimentos básicos consumidos pelos brasileiros. No entanto, é recente o reconhecimento e a mobilização para promover o desenvolvimento deste segmento, o que vem ocorrendo por meio da implantação de políticas públicas. Neste contexto, o objetivo desse estudo foi analisar a participação de agricultores familiares nas discussões e articulações das políticas públicas

no Colegiado Territorial de Identidade Sudoeste Baiano. A pesquisa é de abordagem qualitativa e de cunho descritivo. As informações foram coletadas por observações de atividades e reuniões, de caráter não participante. Foi constatado que as principais entidades envolvidas nas reuniões são os representantes do poder público, municipais e estaduais, cooperativas, associações, sindicatos e movimentos sociais. O Colegiado conta com debates em câmaras temáticas, dentre elas a de Inclusão Produtiva, que possui a maior representação de agricultores familiares. É notória a preocupação do colegiado com as repercussões práticas das políticas planejadas para o segmento da agricultura familiar. Nas articulações de políticas públicas observadas na construção do PPA 2020-2023 e no monitoramento e avaliação do Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Solidário e Sustentável, a participação dos agricultores familiares ocorre por meio dos conselhos municipais, que colocam em pauta as demandas dos agricultores de seus municípios. Conclui-se que a discussão no Colegiado Territorial sobre as políticas públicas para os agricultores familiares é um acertado mecanismo para o conhecimento e intervenção na implementação dessas políticas.

ARTICULATION OF PUBLIC POLICIES FOR FAMILY AGRICULTURE BY THE COLLEGIATE OF THE SOUTHWEST BAHIA TERRITORY

ABSTRACT: Family farming is responsible for the production of much of the basic food consumed by Brazilians. However, it is recent the recognition and mobilization to promote the development of this segment, what has been happening through the implementation of public policies. In this context, the objective of this study was to analyze the participation of family farmers in the discussions and articulations of public policies in the Bahia Territorial College of Identity. The information was collected by observations of activities and meetings, of a non-participating nature. It was found that the main entities involved in the meetings are representatives of the public, municipal and state authorities, cooperatives, associations, unions and social movements. The college has debates in thematic chambers, among them the productive Inclusion, which has the largest representation of family farmers. The school's concern about the practical repercussions of planned policies for the family farming segment is well known. In the articulations of public policies observed in the construction of PPA 2020-2023 and in the monitoring and evaluation of the Territorial Plan for Solidarity and Sustainable Rural Development, the participation of family farmers occurs through the municipal councils, which address the demands of farmers in their municipalities. It is concluded that the discussion in the territorial collegiate on public policies for family farmers is a correct mechanism for the knowledge and intervention in the implementation of these policies.

KEYWORDS: Rural Development, Organizations, Territorial Policy.

1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, a agricultura familiar foi um setor marginalizado devido à herança colonial e ao processo de “modernização” desigual da agricultura, mas, mesmo sob adversidades, o seu peso na riqueza do País é representativo e não perdeu sua importância ao longo do tempo. De modo geral, somente a partir dos anos 1990, a agricultura familiar no Brasil começou a ter reconhecimento enquanto categoria social e produtiva, através da formulação de políticas a nível nacional (SOUZA ESQUERDO; BERGAMASCO., 2014).

No Território de Identidade Sudoeste Baiano - TISB a agricultura familiar está presente de forma expressiva. Este território é um dos 27 territórios de identidade existentes na Bahia, essa divisão em territórios de identidade surgiu após o estabelecimento da política de regionalização adotada pelo extinto Ministério de Desenvolvimento Agrário, por meio da Secretaria de Desenvolvimento Territorial. O território apresenta área de 26.809,99 km², distribuída de forma bem diferenciada, e composta por 24 municípios (FERRAZ et al., 2015). A maioria desses municípios com maior número de habitantes nas zonas rurais, os quais tem a agricultura de base familiar como atividade predominante.

Este cenário contribuiu para incentivar uma reflexão a respeito das políticas públicas direcionadas a esse segmento. Tendo em vista que a melhor forma de fazer com que as políticas sejam implantadas de forma eficaz é assegurando a participação do público de interesse em seu processo de implantação, discutindo e aprimorando tal política, no Território do Sudoeste Baiano foi criado o Colegiado Territorial em dezembro de 2005 (CONCEIÇÃO JÚNIOR; BRITO, 2013).

Neste contexto, o Colegiado é entendido como um espaço de representação diversificado em que se relacionam representantes da sociedade civil e do poder público na intenção de discutir a proposição e o direcionamento das políticas públicas para o território (MOURA et al., 2014). Dentro dessa lógica, o principal objetivo da criação do Colegiado do Território de Identidade do Sudoeste Baiano foi possibilitar a efetiva participação dos atores sociais na realização de diagnósticos no território, com o intuito de compreender e efetivar a política de desenvolvimento territorial, como também terem atuação efetiva no planejamento e execução das políticas públicas e projetos ali implementados.

Entendendo a importância das discussões e ações promovidas nesses espaços para o desenvolvimento da agricultura familiar, o presente estudo teve o objetivo de analisar a participação de agricultores familiares nas discussões e articulações das políticas públicas no Colegiado do Território de Identidade Sudoeste Baiano.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica em materiais disponíveis sobre o Colegiado do Território de Identidade Sudoeste Baiano, as organizações rurais e participação dos agricultores familiares nas decisões políticas voltadas a esse segmento.

A pesquisa foi de abordagem qualitativa e de cunho descritivo. As informações foram levantadas pela observação de reuniões do Colegiado de Desenvolvimento Territorial Sustentável – CODETER do Território de Identidade Sudoeste Baiano, no período entre os meses de fevereiro a maio de 2019. Essas observações foram de caráter não participante, do tipo em que o pesquisador, embora presente no ambiente em que ocorre a ação (e percebido pelos demais), apenas visualizava a dinâmica e as discussões do espaço e procedia às anotações, sem causar interferência significativa (FREITAS; FREITAS; DIAS, 2012).

A preparação dos dados obtidos consistiu na transcrição, leitura e sistematização das informações, organizando-as de acordo com as questões que nortearam a pesquisa, sendo as principais: a articulação e discussão das políticas públicas voltadas para agricultores familiares, a participação desses nessas atividades, assim como o monitoramento e fortalecimento dessas ações no território. Para a análise dos dados adotou-se a “análise de conteúdo” (BARDIN, 2011), buscando compreender a construção de processos, significados e sentidos que os atores sociais exteriorizaram no discurso.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Colegiado do Território de Identidade Sudoeste Baiano é formado por: plenária; Núcleo Diretivo e Instituição Coordenadora. Contando também com o apoio das câmaras temáticas, as quais foram criadas a partir de temas considerados relevantes para o território. As câmaras têm como atribuição discutir e elaborar propostas para auxiliar o Colegiado em debates de temas relacionados ao processo de desenvolvimento territorial. Essas câmaras temáticas são voltadas para a cultura, inclusão produtiva, mulheres e juventude.

Devido a expresividade da agricultura no território, desde sua criação o colegiado já atuava prioritariamente na articulação de ações com foco no desenvolvimento da agricultura familiar. No entanto, a criação da Câmara de Inclusão Produtiva foi um marco importante para a ampliação da atuação nesse sentido, principalmente, no tocante às políticas públicas. A câmara foi criada em 2015, composta inicialmente por 30 membros, representantes de 10 municípios e 15 instituições do território, sendo que dessas, sete instituições atuavam em todos os municípios do território. Nessa câmara são discutidas e articuladas estratégias de desenvolvimento sustentável para o campo, evolução do processo produtivo, agroindustrialização, comercialização e a dinamização da vida econômica e política do meio rural, que depois são levadas ao CODETER.

Por ter maior direcionamento para as questões relacionadas aos processos vinculados a produção agrícola, a câmara de inclusão produtiva é a que agrega a maior participação de agricultores familiares. Além de agricultores, tem-se a participação de lideranças de setores públicos da agricultura e meio ambiente e representantes de sindicatos dos municípios que fazem parte do território.

Na composição da câmara estão presentes também Instituições como: BAHIATER, responsável pela Assistência Técnica e Extensão Rural - ATER no Estado; Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional - CAR, empresa pública vinculada à Secretaria de Desenvolvimento Rural – SDR, que tem como um dos seus principais programas o Bahia Produtiva, voltado ao fortalecimento da agricultura familiar; Centro de Convivência e Desenvolvimento Agroecológico do Sudoeste da Bahia- CEDASB e Cooperativa de Trabalho técnico do Sudoeste da Bahia-COOPERSUBA, que prestam ATER; Centro Público de Economia Solidária- CESOL e da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB, através do seu Núcleo de Extensão em Desenvolvimento Territorial- NEDET.

O fato de ter todas essas instituições reunidas junto aos agricultores já é algo relevante para o seu desenvolvimento, uma vez que políticas, programas, e outras ações esporádicas para o segmento, são implementadas por essas entidades, muitas vezes também responsáveis pela ATER. A assistência técnica para a agricultura familiar é geralmente um fator limitante para o sucesso das políticas destinadas a este segmento. Esse serviço pode ser considerado como um dos principais vetores para a superação de

desafios como a pobreza rural e a inserção produtiva, tendo em vista que o seu principal objetivo é melhorar a renda e as condições de vida das famílias rurais, por meio do aperfeiçoamento dos sistemas de produção de forma sustentável (NASCIMENTO et al., 2019).

É expressiva a participação de organizações sociais rurais do Território, como: Movimento dos Pequenos Agricultores - MPA, Movimento dos Trabalhadores Sem Terra - MST, Movimento dos Trabalhadores e Trabalhadoras por Direitos – MTD, União Nacional de Cooperativas da Agricultura Familiar e Economia Solidária –UNICAFESe cooperativas da região Sudoeste, entre outros. Dessa forma, foi possível observar a preocupação desse segmento em tratar e participar das discussões de projetos e políticas públicas, as quais envolvem o desenvolvimento e implementação de programas com intuito de proporcionar melhores condições de produção, garantindo a comercialização de produtos agrícolas e melhoria da vida no campo.

A interação dos movimentos sociais, cooperativas e associações dentro do colegiado territorial é um importante veículo de informação e mobilização para os agricultores familiares, pois a sua atuação direta junto a esses traz credibilidade que possibilita maior abrangência das ações articuladas pelo Colegiado, favorecendo assim a execução de ações que visam atender a este público. Silva (2015), evidência que quanto mais articulados estiverem as partes dessa rede, mais facilmente a informação circula e chega até os agricultores, transmitindo maior confiança nos processos e facilitando o acesso às políticas.

É válido destacar ainda que para serem efetivas as políticas públicas destinadas a agricultura familiar devem ser adequadas a realidade em que será aplicada. Assim, estas devem ser analisadas nas suas amplitudes, considerando as diversas variáveis relacionadas à realidade concreta da agricultura familiar, pois tanto as vantagens como desvantagens dependem das reais condições do espaço na qual estão inseridos (LISBOA; ALCANTARA, 2019). Assim, a participação no colegiado de agricultores vinculados a organizações não governamentais, ganha maior significância no processo de construção e/ou adequação de ações que visam o desenvolvimento da agricultura familiar no território, por serem eles os atores que melhor conhecem a realidade local.

Nas reuniões acompanhadas, ocorreram discussões e escolha das propostas para comporem o Plano Plurianual Participativo-PPA 2020-2023, que é um dos instrumentos legais de planejamento das políticas públicas no Brasil, com vigência de quatro anos. Nele, os gestores eleitos de todos os entes federados declaram sua visão de futuro, objetivos e diretrizes estratégicas, programas temáticos com indicadores, compromissos e metas para alcançá-los.

A construção do PPA consistiu na validação das propostas para encaminhamento às secretarias de governo, para análise e construção das metas e compromissos. Para se chegar a isso, foi adotada uma metodologia participativa denominada de “prática-ação”,

nesta as propostas foram trabalhadas a partir de relatos e troca de experiências entre os representantes dos municípios. Esta metodologia se mostrou eficiente para a formulação das propostas, que culminou na avaliação em plenária de 72 propostas e aprovação de 30, destas 13 foram no âmbito da agricultura. A metodologia em questão segue a lógica de elaboração de políticas públicas explicado por Medeiros e Borges (2007):

O processo de elaboração de políticas públicas costuma ser dividido, para fins heurísticos, em três fases sucessivas: formulação, implementação e avaliação, que conformam um ciclo que se realimenta. Segundo essa divisão, a política é, primeiramente, formulada, isto é, concebida no âmbito de um processo decisório, pelos “tomadores de decisão”, processo este que pode ser democrático e participativo ou autoritário (MEDEIROS; BORGES, 2007).

Uma das políticas públicas consideradas importantes para o desenvolvimento rural do Sudoeste Baiano foi a de fortalecimento das cadeias produtivas, cuja execução se dá através do programa Bahia Produtiva, que financia aquisições de equipamentos, materiais, insumos, e cursos de qualificações para agricultores familiares. Este programa tem como característica importante conceder financiamento somente a associações e cooperativas familiares, estimulando a sua organização social e cooperação.

Outras políticas públicas de valor para o segmento tiveram espaço nos debates. Dentre estas, a de ampliar as certificações de produtos da agricultura familiar, fomento a feiras agroecologias, e políticas de recursos hídricos, com financiamentos para aplicação em reservatórios de água, visando a retenção de águas de chuvas, visto que o Sudoeste Baiano é um território carente de recursos hídricos, o que na maioria das vezes dificulta a produção.

A participação dos agricultores familiares nessas articulações se dá através das discussões nos Conselhos Municipais de Desenvolvimento Sustentável e das Secretarias de Agricultura dos municípios do Território, que levam essas demandas para serem debatidas nas reuniões do CODETER. De acordo com Abramovay (2001), os conselhos municipais se estruturam de modo a incorporar representantes da sociedade civil e do Estado, inclusive as categorias e grupos sociais que antes estavam excluídos do espaço público institucional, permitindo e potencializando o acesso dos agricultores familiares nas discussões e decisões relativas ao desenvolvimento rural do município. Observa-se, dessa forma, que a atuação dos agricultores familiares na definição e construção das políticas públicas que contribuirão para seu desenvolvimento é um elemento fundamental para a democratização das esferas governamentais.

Nessa perspectiva, observou-se que com o apoio do Colegiado e de representações tanto de instituições da sociedade civil dos diferentes municípios como do poder público, os agricultores familiares avançaram expressivamente, principalmente com a implementação de projetos que tiveram o objetivo de fortalecer e promover sua qualificação, dentre os quais destacam-se: atividades voltadas para o melhoramento dos caprinos e ovinos; fortalecimento da cadeia produtiva da mandioca, bem como aquelas voltadas

para a apicultura e fruticultura, inclusive o incentivo ao cultivo do umbu gigante. Essas ações aparentam fortalecer principalmente as cooperativas, além de buscar viabilizar a comercialização dos seus produtos nos mercados institucionais, como o Programa Nacional de Alimentação Escolar - PNAE e o Programa de Aquisição de Alimentos - PAA.

Uma outra pauta observada nas reuniões do Colegiado Territorial foi o monitoramento e avaliação do plano de ações, definido a partir dos objetivos e metas estabelecidos no Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável e Solidário – PTDRSS, que é feito através da investigação de indicadores, resultados, impactos e recursos investidos. O monitoramento é uma ação fundamental para se chegar de maneira satisfatória aos objetivos para o qual a política foi elaborada. Conforme explicado por Cano (2004), o monitoramento e a avaliação representam um processo sistemático de análise das ações, características e resultados de uma política pública, capaz de gerar recomendações para sua correção e melhoria. Nesse, além de quantificar e qualificar os dados de desempenho, compara e propõem, permitindo o aprimoramento das atividades desenvolvidas.

Uma das metas do plano de ação que estava sendo trabalhada e monitorada era o fomento e ampliação das feiras de produtos advindo de produtores familiares e agroecológicos, que até o momento ocorriam em 19 municípios. Essa ação tem boas perspectivas devido à sua contribuição ao fortalecimento da agricultura familiar. Nas discussões e avaliação dos municípios, quanto ao cumprimento da meta, alguns destacaram a grande participação do público alvo, no entanto, ainda deixava a desejar em outros.

Ao se pensar em desenvolvimento rural, a efetivação das feiras de produtos oriundos da agricultura familiar é uma importante ferramenta a ser trabalhada. Deve-se considerar que as políticas de apoio ao processo de produção e a ATER são parte do caminho, mas existe grande necessidade de estabelecer canais de comercialização. Para os agricultores um desses canais são os mercados institucionais, a exemplo do PNAE, no entanto, são muitos entraves para acessá-lo, no território. Assim, as feiras são uma alternativa de fácil acesso para os agricultores comercializarem seus produtos, que além do escoamento da produção proporcionam maior autonomia ao agricultor e contribuem para o fortalecimento do comércio local.

Dessa maneira, percebe-se a participação do agricultores familiares no Colegiado, também na cobrança das instituições do poder público no cumprimento das metas previstas e no monitoramento das atividades em execução em todos os municípios do território. Essa prática favorece o fortalecimento do diálogo entre os municípios e a formulação de medidas de enfrentamento das disparidades, sua execução e monitoramento.

4 | CONCLUSÕES

A participação dos agricultores familiares nas articulações das políticas públicas no Colegiado do Território de Identidade Sudoeste Baiano é efetiva, ocorrendo em primeira instância pelas discussões em nível municipal em associações, sindicatos, cooperativas, movimentos sociais e CMDS's, e posteriormente pela transmissão das demandas e posicionamentos pelos seus representantes no colegiado. Esta participação tem sido um acertado mecanismo de diagnóstico e avaliação para se investir de forma objetiva no planejamento e execução de políticas voltadas a melhoria da qualidade de vida no Território.

REFERÊNCIAS

- ABRAMOVAY, R. **Conselhos além dos limites**. Revista Estudos Avançados, São Paulo, v. 15, n. 43, set./dez. 2001.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- CANO, I. **Introdução à avaliação de programas sociais**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2004.
- CONCEIÇÃO JÚNIOR, V.; BRITO, I.P.F.S. **Fortalecimento da agricultura familiar como instrumento para o desenvolvimento rural do território de Vitória da Conquista – Bahia**, Revista Extensão e Cidadania, v. 1, n. 2, p. 121-142, jul. /dez. 2013.
- FERRAZ, A. E. Q.; GUSMÃO, A. D. F.; ROCHA, A. A.; ALCÂNTARA, F. V.; OLIVEIRA, V. F. **Belo Campo: pensar a cidade, desafios e possibilidades**. Vitória da Conquista: Conhecer, p. 52, 2015.
- FREITAS, A. F.; FREITAS, A. F.; DIAS, M. M. **O colegiado de desenvolvimento territorial e a gestão social de políticas públicas: o caso do Território Serra do Brigadeiro, Minas Gerais**. Revista de Administração Pública, v. 46, n. 5, p. 1201-1223, 2012.
- LISBOA, A. S.; ALCANTARA, F. V. **O associativismo rural como estratégia de desenvolvimento para a agricultura familiar**. Para Onde!?, v. 11, n. 1, p. 17-28, 2019.
- MEDEIROS, J. P.; BORGES, D. F. **Participação cidadã no planejamento das ações da EMATER-RN. RAP**. Revista Brasileira de Administração Pública, v. 41, p. 63-81, 2007
- MOURA, J. T. V. **A representação política dos Movimentos Sociais—Um estudo no colegiado territorial do Mato Grande (RN)**. CAMPO TERRITÓRIO: revista de geografia agrária, v. 9, n. 17, p. 282-306, abr., 2014.
- NASCIMENTO, J. E. B.; ALCANTARA, F. V.; LISBOA, A. S.; SANTOS, M. C. **Construção social de mercados agroalimentares e a ater: desafios para o desenvolvimento do Território do Sertão Ocidental de Sergipe**. Revista Geográfica Acadêmica, v. 13, n. 1, p. 5-28, 2019.
- SILVA, S. P. **A dinâmica das políticas públicas de desenvolvimento rural e sua incidência territorial: uma análise do Pronaf no Território Vale do Murici/MG**. Extensão Rural, v. 22, n. 2, p. 60-78, 2015.
- SOUZA-ESQUERDO, V. F.; BERGAMASCO, S. M. P. P. **Análise sobre o acesso aos programas de políticas públicas da agricultura familiar nos municípios do circuito das frutas (SP)**. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 52, p. 205-222, 2014.

AVALIAÇÃO DA GERMINAÇÃO DA MORINGA (*Moringa oleífera* LAM.) SOB DIFERENTES NÍVEIS DE TEMPERATURA

Data de aceite: 01/07/2020

Raquel Miléo Prudêncio

Discente do curso Tecnologia em Gestão do Agronegócio; Faculdade de Tecnologia CENTEC/FATEC Sertão Central. Quixeramobim – Ceará

Rildson Melo Fontenele

Professor dos cursos de Medicina Veterinária; Faculdade do Juazeiro do Norte/FJN e Tecnologia em Saneamento Ambiental; Faculdade de Tecnologia CENTEC/ FATEC Cariri. Juazeiro do Norte - Ceará

Antonio Rodolfo Almeida Rodrigues

Tecnólogo em Agronegócio; Faculdade de Tecnologia CENTEC/FATEC Sertão Central. Quixeramobim – Ceará

Dálete de Menezes Borges

Discente do curso Tecnologia em Gestão do Agronegócio; Faculdade de Tecnologia CENTEC/FATEC Sertão Central. Quixeramobim – Ceará

Ana Carolina Barbosa do Carmo

Discente do curso Tecnologia em Gestão do Agronegócio; Faculdade de Tecnologia CENTEC/FATEC Sertão Central. Quixeramobim – Ceará

Cláudio Mateus Pereira da Silva

Discente do curso Tecnologia em Gestão do Agronegócio; Faculdade de Tecnologia CENTEC/FATEC Sertão Central. Quixeramobim – Ceará

Joelma Pereira da Silva

Discente do curso de Tecnologia em Irrigação e Drenagem; Faculdade de Tecnologia CENTEC/FATEC Cariri. Juazeiro do Norte – Ceará

Emmanuel Estêvão Beserra

Discente do Curso de Medicina Veterinária; Faculdade de Juazeiro do Norte/FJN Juazeiro do Norte – Ceará

RESUMO: O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), em um esquema fatorial de 2x3, sendo duas maneiras para classificar as sementes como as que foram feitas a quebra de dormência (T1) e as que não foram feitas (T2) e três diferentes temperaturas (25, 30 e 35°C) com oito repetições, contendo 100 sementes cada. As maiores porcentagens de germinação ocorreram nas temperaturas constantes de 30° e 35° para os dois tratamentos. Conclui-se que a utilização da quebra de dormência por escarificação não mostrou aumento significativo na taxa de germinação, e as temperaturas de 30° e 35° apresentaram melhores parâmetros germinativos para as sementes de moringa.

PALAVRAS-CHAVE: semente; potencial germinativo; escarificação.

ABSTRACT: The experimental design used was randomized blocks (DBC), in a 2x3 factorial scheme, with two ways to classify the seeds as those that were made to break dormancy (T1) and those that were not made (T2) and three different temperatures (25, 30 and 35 ° C) with eight repetitions, containing 100 seeds each. The highest germination percentages occurred at constant temperatures of 30° and 35° for both treatments. It is concluded that the use of dormancy breaking by scarification did not show a significant increase in the germination rate, and the temperatures of 30° and 35° showed better germinative parameters for the moringa seeds.

KEYWORDS: seed; germinative potential; scarification

1 | INTRODUÇÃO

A Moringa (*Moringa oleifera Lam*) é uma espécie da família Moringaceae, originária do Nordeste indiano, e conhecida popularmente por cedro, moringueiro, lírio branco, quiabo-de-quina, acácia-branca e árvore -rabanete-de-cavalo (RANGEL, 2003). Suas sementes, folhas e flores têm excelente valor nutricional e são consumidas tanto na alimentação humana quanto animal (KAFUKU; MBARAWA, 2010; RASHID *et. al*, 2011).

Vários fatores abióticos podem afetar a germinação das sementes, dentre eles a temperatura, e seus efeitos na fase germinativa pode variar de acordo com a espécie estudada (ALVES *et al.*, 2002). A temperatura age na germinação de três formas, determinando a capacidade e a porcentagem de germinação das sementes, eliminando as dormências primárias e secundárias ou induzindo a dormência secundária. Isto porque a velocidade de absorção de água e a modificação na velocidade de reações químicas provocadas pela temperatura podem interferir no desdobramento, transporte das reservas e síntese de substâncias para as plântulas.

Assim, as variações da temperatura afetam a velocidade, a porcentagem e a uniformidade de germinação e, ainda o crescimento inicial das plântulas, portanto, torna-se necessário a determinação da melhor temperatura para uma eficiência total desses processos (MARCOS FILHO, 2005).

Portanto, a germinação é um processo complexo que envolve uma sequência de eventos fisiológicos, controlada por diversos fatores, compreendendo diversas fases, as quais são individualmente afetadas pela temperatura utilizada (BEWLEY; BLACK, 1994).

Diante disso, este trabalho objetivou avaliar a influência da temperatura sobre a germinação de sementes de moringa.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de microbiologia pertencente à Faculdade de Tecnologia CENTEC, Campus FATEC - Sertão Central, localizado em Quixeramobim

- CE.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), em um esquema fatorial de 2x3, sendo duas maneiras para classificar as sementes como as que foram feitas a quebra de dormência (T1) e as que não foram feitas (T2) e três diferentes temperaturas (25, 30 e 35°C) com oito repetições, contendo 100 sementes cada.

Foram utilizadas 100 sementes para cada tratamento contendo sementes com quebra de dormência e sem quebra de dormência. As sementes foram dispersas sobre uma dupla camada de papel toalha umedecida. Utilizou-se três estufas reguladas nas temperaturas propostas. A irrigação das sementes foi realizada de forma manual e com dois dias após a germinação foi realizada a primeira contagem. No oitavo dia para as sementes de moringa, foi observado germinação total. Para determinar a porcentagem de germinação foi adotado o modelo proposto por Labouriau & Valadares (1976):

$$G (\%) = N \times 100/A$$

onde:

N = número de sementes germinadas;

A = número total de sementes colocadas para germinar

Os dados obtidos foram submetidos a uma análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade com o auxílio do software SISVAR.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tratamento	Temperaturas			P-Valor	CV
	25	30	35		
	PC				
T1	6Ab	47Aab	64.75Aa	0.0148	62.19
T2	21.25Ab	82Aa	80.85Aa	0.0137	62.19
	G (%)				
T1	99.5Aa	99.75Aa	98.75Ba	0.2093	0.82
T2	99.5Aa	100Aa	100Aa	0.3976	0.82
	IVG				
T1	35.02Ab	56.12Ab	64.66Aa	0.0146	27.35
T2	43.58Ab	74.29Aa	72.05Aa	0.0184	27.35

Tabela 1 - Primeira contagem de germinação (PC), Germinação total (G) e Índice de velocidade de germinação (IVG) da moringa com a utilização da quebra de dormência por escarificação manual (T1) e sem a utilização da quebra de dormência (T2).

Na primeira contagem as maiores porcentagens de germinação ocorreram nas temperaturas constantes de 30° e 35° para os dois tratamentos $P < 0,05$. Para a germinação total, não foi observado diferença significativa entre os tratamentos ou as temperaturas

avaliadas, no entanto, nas temperaturas mais altas houve 100% de germinação no tratamento sem o uso da escarificação manual.

Em relação ao índice de velocidade de germinação, não houve diferença estatística entre os tratamentos. No entanto, as temperaturas mais altas promoveram maior velocidade na germinação da moringa. De acordo com Amaral & Paulilo, (1992) em temperatura mais baixa, dada a redução do metabolismo, a semente pode germinar em período mais longo. Por outro lado, dentro de certos limites, em temperaturas mais elevadas, a velocidade de absorção de água e das reações químicas é maior e, as sementes germinam mais rapidamente (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

O potencial germinativo das sementes de moringa, não sofre consequências quando estas são expostas à altas temperaturas, isso se deve pelo fato de ser uma cultura adaptada a diversas condições climáticas, especialmente em regiões de clima seco.

Temperaturas abaixo da ótima tendem a reduzir a velocidade do processo germinativo expondo as plântulas por maior período de tempo a fatores adversos, podendo levar a redução no total de germinação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Os resultados de germinação obtidos comprovam as informações de Borges e Rena (1993), os quais afirmam que para a maioria das espécies tropicais, a temperatura ótima situa-se entre 30° e 35 °C, no entanto, a temperatura adequada para a germinação de sementes de espécies arbóreas nativas vem sendo determinada por alguns pesquisadores.

4 | CONCLUSÕES

Conclui-se que a utilização da quebra de dormência por escarificação não mostrou aumento significativo na taxa de germinação, e as temperaturas de 30° e 35° apresentaram melhores parâmetros germinativos para as sementes de moringa.

REFERÊNCIAS

ALVES, E. U. *et al.* Germinação de sementes e *Mimosacaesalpiniaefolia* Benth em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 169-178, 2002.

AMARAL, L. I. V.; PAULILO, M. T. F. **Efeito da luz, temperatura, regulador de crescimento e nitrato de potássio na germinação de *Miconia cinnamomifolia* (DC.)** Naudim. *Insula*, Florianópolis, v.1, n.21, p.59-86, 1992.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Prenum Press, 1994. 445 p.

BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.83-136.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: UNESP, 2000. 588p.

KAFUKU, G.; MBARAWA, M. Alkaline catalyzed biodiesel production from *Moringa oleifera* oil with optimized production parameters. **Applied Energy**, Amsterdam, v. 87, n. 8, p. 2561-2565, 2010.

RANGEL, M. S. **Moringa oleifera**: um purificador natural de água e complemento alimentar para o nordeste do Brasil. 2003. Disponível em: Acesso em: 09 dez. 2014.

RASHID, U. *et al.* **Application of response surface methodology for optimizing trans esterification of Moringa oleifera oil**: Biodiesel production. *Energy Conversion and Management*, Amsterdam, v. 52, n. 8-9, p. 3034-3042, 2011.

CARACTERÍSTICAS SÓCIO-DEMOGRÁFICAS DOS JULGADORES DE COOKIES DE FARINHA MISTA DE CASCAS E ALBEDO DE MARACUJÁ E ARROZ OBTIDOS POR EXTRUSÃO

Data de aceite: 01/07/2020

Valéria França de Souza

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
(UFRRJ)

<http://lattes.cnpq.br/9477793418602768>

José Luís Ramirez Ascheri

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária,
Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia
Agroindustrial de Alimentos (Embrapa
Agroindústria de Alimentos- RJ)

<http://lattes.cnpq.br/1891994321882753>

Nandara Gabriela Mendonça Oliveira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
(UFRRJ)

<http://lattes.cnpq.br/7996731402793258>

Maria Rosa Figueiredo Nascimento

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
(UFRRJ)

<http://lattes.cnpq.br/1049333083578743>

Natacya Fontes Dantas

Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

<http://lattes.cnpq.br/6787610928380500>

Ana Carolina Salgado Oliveira

Universidade Federal de Lavras (UFLA)

<http://lattes.cnpq.br/5700547392353249>

Angleson Figueira Marinho

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará (IFPA)

<http://lattes.cnpq.br/6400865872977823>

Werleson Lucas Gomes Brito

Universidade do Estado do Pará (UEPA)

<http://lattes.cnpq.br/9754148316256128>

Alyne Alves Nunes Oliveira

Universidade Federal Fluminense (UFF)

<http://lattes.cnpq.br/7189072438061781>

Rafael Henrique de Almeida Ferreira

Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais (IF
SUDESTEMG)

<http://lattes.cnpq.br/3938775630991787>

RESUMO: Resíduos de cascas e albedo de maracujá enriquecem produtos de alto valor agregado. O arroz um dos cereais de maior consumo, caracterizado por ser hipoalergênico e isento de glúten. Nesse sentido, a presente pesquisa (exploratória e comparativa) tem como objetivo investigar características sóciodemográficas, de expandidos processados com mistura de cascas e albedo de maracujá e arroz, pelo processo de extrusão termoplástica com a finalidade de se obter farinhas pré-gelatinizadas, além de desenvolver formulações para cookies com ingredientes sem glúten. Os parâmetros utilizados no processamento por extrusão termoplástica foram: umidade de processamento (16 a 18%), temperatura na terceira zona para extrusora Brabender (120 a

150°C) e adição de farinha da casca e albedo de maracujá (5 a 18,4%) e a diferença da porcentagem corresponde a farinha de arroz. Esses parâmetros foram avaliados através do delineamento central composto rotacional de segunda ordem, com 20 tratamentos. O projeto de Pesquisa foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética na Pesquisa da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) sob o Protocolo de nº 379/2013. Os 100 julgadores que participaram desta etapa assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido –TCLE elaborado de acordo com a Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. A população de estudo foi constituída por julgadores da Empresa Embrapa Agroindústria de Alimentos localizado em Guaratiba-RJ, incluindo estudantes e funcionários. Os resultados apontaram para uma população predominante (56%) do sexo feminino. Para os julgadores a compra do biscoito, consideraram que (79%) a compra é realizada pelo próprio. Existe uma diferenciação marcante com relação ao valor a ser pago pelos julgadores no mercado, destacando-se (69%) pagariam até R\$5,00 reais e (30%) pagaria de R\$ 6,00 reais a R\$ 10,00 reais. Portanto, concluí-se que houve diferenças sóciodemográficas nas condições de vida pelos julgadores.

PALAVRAS-CHAVE: Extrudabilidade; Cultura; Condições Sociais.

SOCIO-DEMOGRAPHIC CHARACTERISTICS OF JULGATORS OF MIXED FLOUR COOKIES OF MARACUJÁ SHELLS AND PASSION FRUIT (*Passiflora edulis flavicarpa Degener*) AND RICE (*Oryza sativa* L.) OBTAINED BY THERMOPLASTIC EXTRUSION

ABSTRACT: Residues from peel and passion fruit albedo enrich products with high added value. Rice is one of the most consumed cereals, characterized by being hypoallergenic and gluten free. In this sense, this research (exploratory and comparative) aims to investigate socio-demographic characteristics, of expanded processed with a mixture of peels and passion fruit and rice albedo, by the thermoplastic extrusion process with the purpose of obtaining pre-gelatinized flours, in addition to develop formulations for cookies with gluten-free ingredients. The parameters used in thermoplastic extrusion processing were: processing humidity (16 to 18%), temperature in the third zone for Brabender extruder (120 to 150°C) and addition of passion fruit bark and albedo flour (5 to 18.4%) and the percentage difference corresponds to rice flour. These parameters were evaluated using a central second-order rotational composite design, with 20 treatments. The Research project was submitted to and approved by the Research Ethics Committee of the Federal Rural University of Rio de Janeiro (UFRRJ) under Protocol No. 379/2013. The 100 judges who participated in this stage signed a Free and Informed Consent Term - ICLE drawn up in accordance with Resolution No. 196/96 of the National Health Council. The study population consisted of judges from the Embrapa Agroindustria de Alimentos Company located in Guaratiba -RJ, including students and staff. The results pointed to a predominant population of (56%) female. For the judges the purchase of the biscuit, they considered that (79%) the purchase is made by themselves. There is a striking differentiation in relation to the amount to be paid by the judges in the

market, standing out (69%) would pay up to R \$ 5.00 reais and (30%) would pay from R \$ 6.00 reais to R \$ 10.00 reais . Therefore, it was concluded that there were socio-demographic differences in living conditions by the judges.

KEYWORDS: Extrudability; Culture; Social Conditions.

1 | INTRODUÇÃO

O maracujá tem origem na América Tropical, envolvendo o Brasil, a Colômbia, o Peru, o Equador, a Bolívia e o Paraguai, embora existam espécies nativas em países que vão dos Estados Unidos até a Argentina, além da Ásia, da Austrália e da China. O Brasil e a Colômbia são os países mais tradicionais no cultivo dos maracujás e que detêm a maior diversidade de espécies comerciais e silvestres do gênero *Passiflora* (EMBRAPA, 2016).

A casca do maracujá destaca-se sob o ponto de vista nutricional é rica em fibras solúveis, principalmente pectina, que é benéfica ao ser humano. Ao contrário da fibra insolúvel (contida no farelo dos cereais), que pode interferir na absorção de ferro, a fibra solúvel pode auxiliar na prevenção de doenças cardiovasculares e gastrointestinais, câncer de cólon, hiperlipidemias, diabetes e obesidade, entre outras (ZERAİK et al., 2010; ZAPAROLI et al., 2013).

Vários estudos indicam a presença de substâncias polifenólicas (ZERAİK & YARIWAKE, 2010), ácidos graxos poliinsaturados (KOBORI & JORGE, 2005) e fibras (CÓRDOVA et al., 2005) entre outras classes de substâncias, e a existência destas substâncias no fruto pode indicar o potencial do maracujá como um alimento funcional.

A importância do arroz na nutrição humana não se limita apenas a sua característica de hipoalergênico, podendo ser usada como excelente flavor suave e de baixo custo.

Um produto com grande aceitação no mercado e propício para a adição de novos ingredientes em sua formulação são os cookies. Apresentam fácil preparo, longa vida de prateleira e boa aceitação por parte da população, principalmente entre as crianças (CALLEGARI et al., 2010). Segundo Damiani (2011) produtos desenvolvidos com resíduos alimentares tornam-se uma boa estratégia para o crescimento sustentável do país.

Pode-se atrelar a extrusão termoplástica ao aproveitamento do arroz e maracujá, na elaboração de novos produtos, visto que é uma alternativa limpa e sustentável.

Deste modo, visando tanto o aproveitamento dos resíduos do maracujá gerados pelas indústrias (cascas e albedo) como a introdução do arroz em formulações de alimentos, o presente teve como objetivo investigar características sócio-demográficas, de expandidos processados com mistura de cascas e albedo de maracujá e arroz, pelo processo de extrusão termoplástica com a finalidade de se obter farinhas pré-gelatinizadas, além de desenvolver formulações para cookies com ingredientes sem glúten.

2 | MATERIAS E MÉTODOS

2.1 Obtenção das matérias primas e insumos

O arroz (*Oryza sativa*, L.) sob a forma de grãos polido, da marca Tio João, classe longo fino tipo 1, foi adquirido no comércio local da cidade do Rio de Janeiro, em embalagem de 5Kg e mantidos à temperatura ambiente até o processo de moagem.

O maracujá amarelo (*Passiflora edulis Flavicarpa Degener*) foi adquirido no comércio local da cidade do Rio de Janeiro.

Os ingredientes necessários para elaboração dos biscoitos tipo *cookies*, tais como amido de milho, e os demais ingredientes (soro de leite, gordura de palma ponto de fusão, 37°C açúcar refinado, sal, bicarbonato de amônia, bicarbonato de sódio, ovo, baunilha e lecitina de soja empregados foram obtidos no comércio local da cidade do Rio de Janeiro, de marcas legalizadas.

2.2 Produção da farinha de arroz branco

O arroz foi retirado das embalagens em que são comercializados e moído em moinho de disco, com peneira de abertura de 1mm, obtendo-se então a farinha de arroz branco.

2.3 Produção da farinha de cascas e albedo de maracujá

O processamento do maracujá foi realizado na planta-piloto de cereais na Embrapa Agroindústria de Alimentos, localizado em Guaratiba, Rio de Janeiro. O preparo da farinha maracujá (casca+albedo) foi realizado em frutas *in natura*. As frutas foram selecionadas, lavadas em água corrente, para retirada de sujeiras e sanitizadas com água clorada (20 ppm de cloro residual livre durante 20 minutos). Em seguida, foram lavadas novamente em água corrente para a retirada do cloro residual. Foi feita a divisão do maracujá em 4 partes (despolpamento), em seguida foi retirada a polpa e, a casca e o albedo foram secos em estufa a 70°C durante 4 horas. Após a secagem, as cascas e albedo foram pesados e acondicionados em sacos plásticos para serem posteriormente moídos. As amostras secas foram moídas em moinho de facas-martelo Marca TREU com peneira de 1 mm, em seguida moinho de disco com abertura de 2 mm e posterior o moinho de pertem com peneira de 0,8 mm obtendo-se a farinha da casca e albedo de maracujá com granulometria adequada. A determinação da distribuição granulométrica da farinha de (casca+albedo) foi determinada em um analisador e tamanho de partícula a laser Analysette 22 (Fritsch, Idar-Oberstein, Alemanha). Os experimentos foram realizados em triplicata. A farinha de casca e albedo do fruto foi acondicionada em sacos plásticos, identificadas e mantidas armazenadas a temperatura de refrigeração de 4°C para posterior uso.

2.4 Delineamento Experimental

Foi utilizado o delineamento experimental composto central (**Tabelas 1 e 2**) visando reduzir as combinações e otimizar o processo de coleta e análise de dados, segundo BOX et al (1987). Foram analisados as variáveis independentes, temperatura na terceira zona do canhão; formulação da farinha de arroz e farinha de cascas e albedo de maracujá e umidade de processamento.

Níveis					
Variáveis	- $\alpha= 1,682$	-1	0	+1	+ $\alpha= 1,682$
X ¹	99,6	120	150	180	200,4
X ²	14,64	16	18	20	21,36
X ³	1,6	5	10	15	18,4

Tabela 1. Níveis das variáveis independentes a serem estudadas no processo de elaboração dos extrudados expandidos.

X¹ - Temperatura das zonas para extrusora Brabender (°C)

X² - Umidade de processamento (%)

X³ - Formulação da farinha da casca e albedo de maracujá (%); a diferença da percentagem corresponde à farinha de arroz

Experimento	Níveis Codificados das Variáveis			Níveis Decodificados das Variáveis		
	x ¹	x ²	x ³	X ¹	X ²	X ³
01	+1	+1	+1	180	20	15
02	-1	+1	+1	120	20	15
03	+1	-1	+1	180	16	15
04	-1	-1	+1	120	16	15
05	+1	+1	-1	180	20	5
06	-1	+1	-1	120	20	5
07	+1	-1	-1	180	16	5
08	-1	-1	-1	120	16	5
09	+1,68	0	0	200,4	18	10
10	-1,68	0	0	99,6	18	10
11	0	+1,68	0	150	21,36	10
12	0	-1,68	0	150	14,64	10
13	0	0	+1,68	150	18	18,4
14	0	0	-1,68	150	18	1,6
15	0	0	0	150	18	10
16	0	0	0	150	18	10
17	0	0	0	150	18	10
18	0	0	0	150	18	10
19	0	0	0	150	18	10
20	0	0	0	150	18	10

Tabela 2. Delineamento completo do desenho experimental.

x¹, x² e x³= níveis codificados

X¹ = Temperatura das zonas para extrusora Brabender (°C)

X²= Umidade de processamento (%)

X³ = Formulação da farinha da casca e albedo e maracujá (%)

Utilizou-se o delineamento em metodologia de superfície de resposta do tipo central composto rotacional de 2ª ordem em testes preliminares para 20 tratamentos. As variáveis independentes foram codificados (-a,-1, 0, +1, +a) de acordo com a matriz circular de 3mm, temperatura na 1ª zona 60°C; e temperatura na 2ª zona 100°C. As temperaturas na 1 e 2ª zona foram fixas no experimento. Os parâmetros variáveis foram controle da temperatura na 3ª zona de aquecimento do canhão da extrusora.

2.5 Análise Estatística

A análise estatística foi realizada com auxílio do programa computacional Statistica Six Sigma, versão 7.0, com as variáveis independentes codificadas.

2.6 Processo de extrusão termoplástica

A extrusão foi realizada na planta piloto de cereais na Embrapa Agroindústria de Alimentos, localizado em Guaratiba, Rio de Janeiro, RJ.

Os melhores tratamentos foram utilizados nas proporções de 5:95 (T_8), 10:90 (T_{12}) e 18,4:81,6(T_{13}) de cascas e albedo de maracujá:arroz branco polido respectivamente, foram processadas para posterior extrusão.

As amostras foram processadas em uma extrusora Brabender DSE 20DN (Duisburg Alemanha), de parafuso simples e curto, parafuso com taxa de compressão (3:1), taxa de alimentação 2,5Kg , conectado a um sistema de refrigeração pneumático, para controle de temperatura na camisa de extrusão, capacidade de produção de 7Kg.h⁻¹, velocidade de rotação do parafuso a 140 rpm, com matriz circular de 3,0 mm de diâmetro, com temperatura na 1ª zona de 60°C, a temperatura na 2ª zona 100°C, e a temperatura na 3ª zona variando a 120°C (T_8) e a 150°C (T_{12} e T_{13}).

Os extrudados expandidos, após a secagem a 70°C durante 24 horas e moagem em moinho de disco e perten para a obtenção da farinha mista de cascas e albedo de maracujá e arroz.

2.7 Formulação de biscoitos tipo cookies enriquecidos com farinha mista de cascas e albedo de maracujá e arroz

As formulações elaboradas são descritas e podem ser conferidas na tabela 3, abaixo.

Tipos de Formulações de Farinha de cascas e albedo de maracujá			
Ingredientes	5% (Fb_8)*	10% (Fb_{12})*	18,4% (Fb_{13})*
Amido de milho (g)	160	120	80
Farinha extrudada (casca e albedo de maracujá e arroz (g)	40	80	120
Açúcar refinado (g)	80	80	80

Gordura de palma (g)	60	60	60
Bicarbonato de sódio (g)	2	2	2
Sal refinado (g)	1	1	1
Lecitina de soja (ml)	2	2	2
Baunilha (ml)	2	2	2
Soro de Leite (g)	4	4	4
Gema de ovo (ud)	2	2	2
Bicarbonato de amônia(g)	2	2	2

Tabela 3. Formulações desenvolvidas para elaboração de biscoitos do tipo *cookies* à base de farinha de extrudados mista de cascas e albedo de maracujá e arroz com substituição parcial de 5%, 10% e 18,4%.

NOTA: Porcentagens dos ingredientes calculadas em relação ao peso do amido de milho.

* valores correspondentes a % de farinha da casca e albedo de maracujá; Fb: Formulação do biscoito

2.8 Preparo de biscoitos tipo cookies

Após os ingredientes serem devidamente pesados em uma balança digital iniciou-se a mistura. Procedeu-se a etapa de mistura, realizada em duas fases, onde foi elaborado primeiro um creme com: lecitina de soja, açúcar refinado, gordura de palma, soro de leite, sal e ovos. Essa, fase onde se produziu o creme, foi efetuada em média por 3 minutos e na segunda fase fez-se a incorporação das farinhas (farinha extrudada de cascas e albedo de maracujá e arroz, amido de milho, bicarbonato de amônia, baunilha e fermento) ao creme para homogeneização na batedeira doméstica por 5 minutos para a obtenção da massa. Após o processo de mistura, é realizada a abertura da massa laminar a (2 cm) sendo então estendida com o auxílio de um rolo em uma superfície de mármore e moldar com forma retangular obtendo-se a modelagem do biscoito. Após esta etapa, foi realizada o corte da massa.

Posteriormente, foram colocados ao forno para assar, em forma previamente forrada com papel manteiga, levando-a ao Forno Elétrico Industrial da Marca Suggar a uma temperatura de 220°C durante 10 minutos.

Após o forneamento os biscoitos foram resfriados à temperatura ambiente. Após o resfriamento as amostras foram acondicionadas em embalagens plásticas hermeticamente fechados. O processo de fabricação está esquematizado no fluxograma abaixo (**Figura 1**).

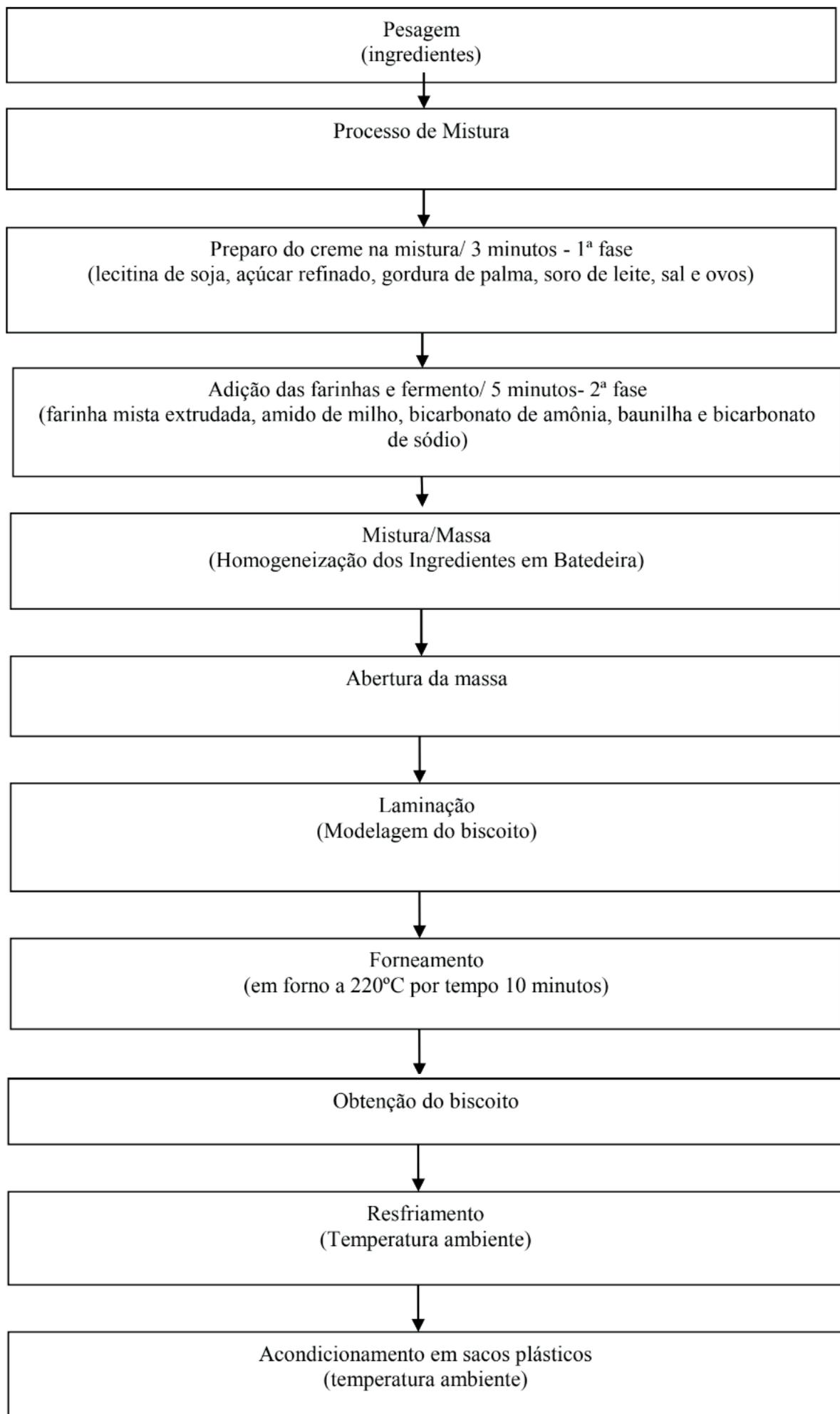


Figura 1. Fluxograma de obtenção do biscoito tipo *cookies*

Créditos: Valéria F. de Souza

2.9 Características sócio demográficas do teste de aceitabilidade dos biscoitos cookies

Todos os julgadores assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, avaliado pelo Comitê de Pesquisa e Ética da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro conforme a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/COMEP, registrado sob o protocolo nº 379/2013.

As características sócio-demográficas dos julgadores de cookies enriquecidos com farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial da Empresa (Embrapa Agroindústria de Alimentos localizado em Guaratiba-RJ).

Foi constituída por julgadores da Embrapa Agroindústria de Alimentos e Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), incluindo estudantes e funcionários, participaram do estudo.

Os julgadores foram convidados via internet ou pessoalmente com a participação de 100 voluntários não treinados. Segundo Hough, et al. (2006) este tamanho de amostra atende às recomendações da literatura, sendo número suficiente para realização do experimento em âmbito laboratorial.

As características sócio demográficas dos julgadores que participaram do teste de aceitabilidade dos biscoitos cookies de farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz foram avaliadas levando em consideração: sexo, idade, grau de escolaridade, ocupação, renda familiar mensal, frequência de consumo, quem compra o biscoito de consumo, quem gosta de experimentar novas receitas, qual o valor máximo a pagar pelo produto se for lançado no mercado.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4, são apresentados os resultados sociodemográficos dos julgadores do biscoito tipo cookies de farinha de cascas e albedo de maracujá e arroz.

Características	Descrição	%
Sexo	Feminino	56
	Masculino	44
Idade	18-25	40
	26-35	23
	36-45	20
	46-55	9
	56-65	8
	> 66	0
Grau de Escolaridade	Fundamental	1
	Médio Incompleto	2
	Médio	9
	Universitário Incompleto	27
	Universitário Completo	15
	Pós-Graduação	46

Ocupação	Estudante	49
	Professor	3
	Pesquisador	9
	Funcionário Público	36
	Serviços Gerais	3
Renda Familiar Mensal (salários mínimos- SM)*	1 a 5 SM	28
	>5 a 10 SM	27
	>10 a 20 SM	33
	>20 a 30 SM	12
	> 30 salários mínimos	0
Frequência de consumo	1x por mês	5
	1 x a cada 15 dias	9
	1 x por semana	14
	2 vezes por semana	38
	todos os dias	34
	mais de 1x por dia	0
Quem compra o biscoito de consumo	não consome	0
	Eu mesma	79
Quem gosta de experimentar novas receitas	Outra pessoa	21
	Nota 1	0
	Nota 2	0
	Nota 3	0
	Nota 4	9
	Nota 5	16
	Nota 6	23
Lançamento no mercado, qual o valor máximo a pagar por esse produto	Nota 7	52
	Até R\$ 5,00 reais	69
	R\$ 6 a 10,00 reais	30
	R\$ 11 a 15,00 reais	0
	R\$ mais de R\$ 15,00 reais	1
	Não	0

Tabela 4. Características sócio-demográficas dos julgadores (N=100) que participaram do Teste de Aceitabilidade do Biscoito.

Os resultados encontrados quanto ao perfil sócio-demográfico dos participantes do Teste de Aceitabilidade considerando-se os diferentes sexos (Tabela 4) houve predomínio de pessoas do sexo feminino. Por outro lado Aguiar e Souza (2015) em estudo com elaboração e análise sensorial de cookie de castanha de caju sem glúten a base de farinha de amaranto verificaram que a maioria dos indivíduos que participaram foi predominante o sexo feminino (68%). Estudos realizados por Nascimento (2014) foi constatado a predominância de sexo feminino para o perfil de provadores dos biscoitos dos caroços de seriguela (75%), jaca (70%) e abacate (59%).

Em relação à idade, constatou-se ampla faixa etária dos participantes, haja visto os limites mínimo de (18 anos) e máximo (25 anos), o que se aproxima de estudos apresentados por Aguiar e Souza (2015) em pesquisa realizada com a faixa etária.

Com relação à escolaridade, observou-se alta qualificação profissional para grande

parte dos entrevistados, pois para a grande maioria (46%) possui Pós-Graduação conforme Tabela 4. O estudo de Oliveira et al. (2016) mostrou que a Pós Graduação foi (6%) o grau de qualificação dos entrevistados de um cookie integral com goma de linhaça dourada.

No que concerne as diferentes ocupações, a maior parte dos participante informou ser estudante (49%), seguido da opção funcionário público (36%), o que evidencia a participação de instituição de ensino em empresa de pesquisa agropecuária.

Quanto à renda, a maior parte dos participantes se enquadraram em uma condição socioeconômica alta (33%) predominando com 10 a 20 salários mínimos.

E 38% dos entrevistados responderam que consomem biscoito 2 x na semana e 34% consome todos os dias. Segundo Aranha et al. (2017), expressa o consumo de biscoito 1x a cada 15 dias foi (7%) valor abaixo ao apresentado no presente estudo.

A compra de biscoito foi declarada pela maioria dos julgadores, sendo que, destes, (79%) a compra é realizada pelo próprio e (21%) por outra pessoa.

Dentre os participantes, verificou-se que 52% adoram provar degustação de novas receitas.

A Tabela 4 denota que existe uma diferenciação marcante com relação ao valor a ser pago pelos julgadores no mercado, destacando-se (69%) pagariam até R\$ 5,00 reais e (30%) pagaria de R\$ 6,00 a 10,00 bem aceito pelos consumidores. Segundo Oliveira et al. (2016) relata o valor de R\$ 2,99 pelo cookie integral com gel de linhaça comparado o valor abaixo ao presente estudo.

4 | CONCLUSÃO

Diante do exposto, observou-se a utilização de resíduos (cascas e albedo de maracujá) e arroz podem ser utilizadas como matéria prima para produção de farinha, com possibilidade de aplicação através da extrusão termoplástica na elaboração de cookies reduz o descarte do resíduo no ambiente.

Desse modo, o desenvolvimento do cookies com a farinha enriquecida com cascas e albedo de maracujá e arroz é de relevância, uma vez que além de agregar valor ao produto é uma alternativa para o mercado de alimentos na alimentação humana.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, E. A. R.; SOUZA, V.R.S. Elaboração e análise sensorial de cookie de castanha de caju sem glúten a base de farinha de amaranto. **Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico**, v.1, n.1, 2015.

ARANHA, D.C.; VIZU, M.A.; RIBEIRO, T. C.; MELO, F. R. G.; FICO, E. M. Avaliação sensorial de biscoito tipo cookie funcional e enriquecido em proteínas. **Revista Linguagem Acadêmica**, Batatais, v. 7, n.5, p.31, 2017.

BOX, G.E.P. Exploration of maxima and ridge systems with second-order response surfaces. In: **Empirical model-building and response surfaces**. Eds. G.E.P.Box) John Wiley & Sons, New York. 1987. p.304-322.

CALLEGARI, F.L.; SALOME, C. M.; ROCHA, A.V.; SOUZA, R.A.; OLIVEIRA, S.S.F.; GONÇALVES, C.A.A.; CIABOTTI, S.; SILVA, M.B.L.; MANZAN, J.R.Z. Desenvolvimento, aceitabilidade e intenção de compra de cookie de frutas. **Norte Científico**, Pricumã, v.5, n.1, p.160-168, 2010.

CÓRDOVA, K.R.V.; GAM, T.M.M.T.B.; WINTER, C.M.G.; NETO, G. K.; FREITAS, R. J.S. Características físico-químicas da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa Degener*) obtida por secagem. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.23, p.221-230, 2005.

DAMIANI, C.; SILVA, F. A.; RODOVALHO, E.C.; BECKER, F.S.; ASQUIERI, E.R.; OLIVEIRA, R.A.; LAGE, M.E. Aproveitamento de resíduos vegetais para a produção de farofa temperada. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.22, n.4, p.657-662, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde/ Fábio Gelape Faleiro, Nilton Tadeu Vilela Junqueira, editores técnicos. Brasília, DF: Embrapa, 2016.

KOBORI, C.N.; JORGE, N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, p.1008-1014, 2005.

NASCIMENTO. M. R.F. Caracterização e aproveitamento das farinhas dos caroços de abacate (*Persea Gratissima Gaertner F.*), jaca (*Artocarpus Heterophyllus L.*) e seriguela (*Spondia Purpúrea L.*) para elaboração de biscoitos tipo cookies. 2014. 126f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2014.

OLIVEIRA, I.V.; BERNARDES, A.L.; VIMERCATI, W.C.; LUCIA, S.M.D.; COSTA, A.G.V. Estudo de mercado de biscoito tipo cookie integral adiconado de goma de linhaça dourada. **XX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica. XVI Encontro Latino Americano de Pós Graduação e VI Encontro de Iniciação a Docência** – Universidade do Vale do Paraíba, 2016.

ZAPAROLLI, R.M.; NASCIMENTO, C. N.; BAPTISTA, R.D.; VAYEGO.A.S. Alimentos funcionais no manejo da diabetes mellitus: Hospital de Clínicas/UFPR. **Revista Ciência & Saúde**, Porto Alegre, v.6, n.1, 2013.

ZERAIK, L.M.; PEREIRA, M. A. C.; ZUIN, G. V.; YARIWAKE, H.J. Maracujá um alimento funcional ? **Revista Brasileira Farmacogn Braz. J. Pharmacogn**, v.20, n.3, 2010.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO - QUÍMICA DE LEITE CRU FORNECIDO PARA AGROINDÚSTRIAS NA REGIÃO DE GARARU-SE

Data de aceite: 01/07/2020

Daniela dos Santos Melo

Discente no curso de bacharelado em agroindústria, Universidade Federal de Sergipe, Núcleo de Graduação em Agroindústria – NEAGROS, Nossa Senhora da Glória - SE
<http://lattes.cnpq.br/6577197766868759>

Thaís Costa Santos

Discente no curso de bacharelado em agroindústria, Universidade Federal de Sergipe, Núcleo de Graduação em Agroindústria – NEAGROS, Nossa Senhora da Glória – SE
<http://lattes.cnpq.br/0885281383938576>

Oswaldo Ludovice Neto

Discente no curso de bacharelado em agroindústria, Universidade Federal de Sergipe, Núcleo de Graduação em Agroindústria – NEAGROS, Nossa Senhora da Glória - SE
<http://lattes.cnpq.br/3235101000175325>

Patricia Érica Fernandes

Professora do Instituto Federal de Alagoas, Campus Batalha, Batalha - AL
<http://lattes.cnpq.br/1731807330753220>

João Paulo Natalino de Sá

Professor da Universidade Federal de Sergipe, Núcleo de Graduação em Agroindústria – NEAGROS, Nossa Senhora da Glória - SE
<http://lattes.cnpq.br/0461884131306937>

RESUMO: O leite é o fluido secretado pelas glândulas mamárias da fêmea, com principal função de nutrir os filhotes recém-nascidos. Sua composição química é um fator determinante para sua qualidade nutricional e rendimento industrial. A qualidade do leite cru depende de vários fatores, dentre eles, podemos destacar a composição química, contagem bacteriana, contagem de células somáticas e presença de substâncias fraudulentas. Visando normalizar a qualidade do leite cru produzido no Brasil, a Instrução Normativa nº 76 de novembro 2018 (IN 76/2018) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), estabelece os parâmetros de Identidade e Qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado. A produção de leite no estado de Sergipe vem sendo satisfatória, a região de Gararu apresenta média de produção de 22.226L/dia, mostrando-se promissora na bovinocultura leiteira. Boa parte desse leite é destinado a pequenas agroindústrias de base familiar da própria região, principalmente para a fabricação de queijo Coalho. Nesse sentido, o intuito desta pesquisa, foi avaliar a qualidade físico-química do leite cru de seis produtores que fornecem esta matéria-prima para a produção de queijo no município de Gararu-SE. Para isso, foram realizadas análises físico-químicas por meio

do analisador de leite ultrassônico Master Milk AKSO e crioscópio Cap-Lab para avaliação de fraude por adição de água. De acordo com os resultados obtidos, todas as amostras analisadas apresentaram-se fora dos limites estabelecidos pela legislação vigente, em pelo menos, um parâmetro. . Desta forma, é possível concluir que o leite cru fornecido para as agroindústrias para produção de queijo Coalho por parte dos produtores na região de Gararu, apresentaram parâmetros físico-químicos, insatisfatórios de acordo com a legislação vigente, podendo acarretar prejuízos econômicos para a agronidústria, além de favorecer possíveis riscos à saúde do consumidor. As implementações de melhorias por meios de palestras e oficinas de conscientização aos produtores, e incentivos governamentais, para uma produção de melhor qualidade do leite cru, podem ser importantes ferramentas para contribuir significativamente na melhoria da qualidade desta matéria-prima.

PALAVRAS-CHAVE: análise de alimento, leite *in natura*, qualidade do leite

CHARACTERIZATION PHYSICO-CHEMICAL OF RAW MILK PROVIDED TO AGROINDUSTRIES IN THE GARARU-SE REGION

ABSTRACT: Milk is the fluid secreted by the female's mammary glands, with the main function of nourishing newborn babies. Its chemical composition is a determining factor for its nutritional quality and industrial performance. The quality of raw milk depends on several factors, among which we can highlight the chemical composition, bacterial count, somatic cell count and the presence of fraudulent substances. In order to normalize the quality of raw milk produced in Brazil, Normative Instruction No. 76 of November 2018 (IN 76/2018) of the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (MAPA), establishes the Identity and Quality parameters that raw milk must present chilled. Milk production in the state of Sergipe has been satisfactory, the Gararu region has an average production of 22,226L / day, showing promise in dairy cattle farming. Much of this milk is destined for small family-based agro-industries in the region, mainly for the manufacture of Coalho cheese. In this sense, the purpose of this research was to evaluate the physical-chemical quality of raw milk from six producers that supply this raw material for cheese production in the municipality of Gararu-SE. For this, physical-chemical analyzes were performed using the Master Milk AKSO ultrasonic milk analyzer and Cap-Lab cryoscope to assess fraud by adding water. According to the results obtained, all samples analyzed were outside the limits established by current legislation, in at least one parameter. . In this way, it is possible to conclude that the raw milk supplied to the agro-industries for the production of Coalho cheese by the producers in the Gararu region, presented physical-chemical parameters, unsatisfactory according to the current legislation, which may cause economic losses for the agribusiness, besides favoring possible risks to the health of the consumer. Implementations of improvements through lectures and workshops to raise awareness among producers, and government incentives for better production of raw milk, can be important tools to contribute significantly to improving the quality of this raw material.

KEYWORDS: food analysis, fresh milk, milk quality.

1 | INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira é uma atividade socioeconômica de alta importância no Brasil e no estado de Sergipe, principalmente na região do Alto Sertão, pois se caracteriza como uma importante fonte de geração de renda especificamente para os agricultores familiar. As pequenas propriedades fornecem, em média, 80% da produção de leite no Alto Sertão Sergipano (IBGE, 2019).

No estado de Sergipe, a produção de leite bovino foi equivalente a 49.738L no segundo trimestre de 2019. Entretanto, estima-se que este volume de leite produzido seja subestimado, uma vez que parte desta produção não passa por nenhum tipo de inspeção por órgãos regulamentadores (IBGE, 2019).

Segundo o artigo nº 475 do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal de 2017 (RIISPOA), entende-se por leite, sem outra especificação, o produto oriundo da ordenha completa, e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas. O leite de outros animais deve denominar-se segundo a espécie de que proceda (BRASIL, 2017). Outra definição de leite do ponto de vista legal é descrita pela Instrução Normativa (IN) nº 76 de 26 de novembro de 2018 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

A IN 76 define como leite cru refrigerado como o produto produzido em propriedades rurais, refrigerado e destinado aos estabelecimentos de leite e derivados sob serviço de inspeção oficial, apresentando características sensoriais de um líquido branco opalescente homogêneo e odor característico. O leite não deve apresentar substâncias estranhas à sua composição, tais como agentes inibidores do crescimento microbiano, neutralizantes da acidez e reconstituintes da densidade ou do índice crioscópico (BRASIL, 2018).

Essa mesma Instrução Normativa estabelece parâmetros mínimos para composição físico-química do leite, tais como: gordura (3,0 g/100g); proteína total (2,9 g/100g); lactose anidra (4,3 g/100g); sólidos não gordurosos (8,4 g/100g); sólidos totais (11,4 g/100g); acidez titulável (0,14 a 0,18 gramas de ácido láctico/100 mL).

Além da definição do ponto de vista legal, o leite pode ser definido sobre os aspectos nutricional e físico-químico.

Do ponto de vista nutricional o leite é um alimento completo, por apresentar em sua composição e de maneira balanceada, todos os aminoácidos essenciais, além de vitaminas, e minerais, essenciais para o desenvolvimento e integridade da saúde do consumidor, principalmente nos primeiros anos de vida (SOUZA et al., 2018).

Do ponto de vista físico-químico, o leite é um sistema coloidal composto por uma fase dispersa (gordura, proteínas, alguns sais e vitaminas lipossolúveis), e uma fase contínua (água, lactose, vitaminas hidrossolúveis e alguns sais minerais) (CONTI, 2016).

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade físico-química do leite cru de seis produtores que fornecem esta matéria-prima para o processamento de queijo Coalho em agroindústria no município de Gararu- SE.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na Universidade Federal de Sergipe, Campus do Sertão, visando caracterizar o leite cru proveniente de seis produtores que fornecem esta matéria-prima para agroindústrias no município de Gararu – SE, com relação aos parâmetros físico- químicos.

2.1 Coleta das amostras

Foram coletadas amostras de leite cru de seis produtores, diretamente dos tanques de expansão ou em baldes de armazenamento que, forneciam esta matéria-prima, para agroindústrias no município de Gararu no Alto Sertão Sergipano, no período de 22/11/2019 a 17/02/2020. Este leite cru era utilizado principalmente para o processamento de queijo Coalho. Todas as amostras foram homogeneizadas e coletadas em frascos âmbar esterilizados e acondicionados em caixas isotérmicas com gelo reciclável que foram encaminhados para o Laboratório Multidisciplinar da Universidade Federal de Sergipe – Campus Sertão.

Os resultados das análises físico – química do leite cru foram comparados com os requisitos da Instrução Normativa (IN) nº 76/2018 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

2.2 Caracterização físico-química das amostras de leite cru

Dentre as análises físico-químicas para as diferentes amostras de leite cru foram realizadas a quantificação da gordura, proteína, lactose, sólidos não gordurosos, sólidos totais e ponto de congelamento. As análises foram realizadas com o auxílio do aparelho analisador de leite ultrassônico Master Milk AKSO e crioscópio Cap-Lab para avaliação de fraude por adição de água. Todas as análises foram realizadas em duplicata com duas repetições.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO.

Os resultados obtidos nas análises físico-químicas para cada produtor estão dispostos na Tabela 1. Em relação ao teor de gordura no leite cru, 66,67% dos produtores não atenderam os padrões exigidos pela IN 76/2018 do MAPA.

Parâmetros	Produtor 1*	Produtor 2*	Produtor 3*	Produtor 4*	Produtor 5*	Produtor 6*	IN 76/2018
Gordura	2,03 ± 0,40	5,03 ± 0,02	2,88 ± 0,27	2,60 ± 0,01	2,38 ± 0,02	3,61 ± 0,01	Mín. 3,0g/100g
Proteína	2,42 ± 0,08	3,64 ± 0,12	2,91 ± 0,01	2,99 ± 0,02	2,88 ± 0,01	3,56 ± 0,01	Mín. 2,9g/100g
Lactose	3,60 ± 0,03	5,38 ± 0,04	4,33 ± 0,01	4,44 ± 0,06	4,29 ± 0,01	5,29 ± 0,01	Mín. 4,3g/100g
Sólidos não gordurosos	6,72 ± 0,16	9,48 ± 0,47	7,80 ± 0,16	8,03 ± 0,08	6,46 ± 0,04	9,46 ± 0,01	Mín. 8,4g/100g
Sólidos totais	8,75 ± 0,04	14,51 ± 0,03	10,68 ± 0,01	10,63 ± 0,01	8,84 ± 0,02	13,1 ± 0,02	Mín. 11,4g/100g
Ponto de congelamento	- 0,401 ± 0,01	- 0,646 ± 0,01	- 0,495 ± 0,01	- 0,508 ± 0,01	- 0,487 ± 0,01	- 0,623 ± 0,01	-0,530 a -0,555 °H

Tabela 1. Média e desvio padrão dos parâmetros físico-químicos de leite cru fornecido para agroindústrias no município de Gararu-SE.

*Médias de duas repetições.

Diversos fatores estão relacionados aos baixos índices no teor de gordura do leite cru, como por exemplo, dieta nutricional, variação de raça e fraudes na matéria-prima por adição de água (BASTOS, 2016). Na pesquisa de Santos et al. (2019), o qual avaliaram a qualidade físico-química do leite proveniente do município de Anagé na região da Bahia, observaram que apenas uma das três amostras analisadas encontravam-se com limite inferior ao estabelecido pela legislação vigente.

Dentre os resultados obtidos quanto ao teor de proteína, foi possível diagnosticar que 33,33 % dos produtores apresentaram médias fora do limite exigido pela legislação vigente. A variação de proteína no leite, pode está relacionada a inúmeros fatores, dentre esses se destacam: alimentação oferecida aos animais, estágio de lactação e estação do ano (ANTUNES, 2003; SILVA, 2017).

Importante ressaltar que os parâmetros de gordura e proteína são dois componentes de grande importância no leite cru para o processamento de derivados lácteos, como por exemplo, o queijo Coalho. Estes componentes, quando presentes em maior quantidade no leite cru, tendem a favorecer um maior rendimento na fabricação de queijo. Ademais, políticas de pagamento por qualidade do leite cru, consideram a concentração dos teores de gordura e proteína como base para agregar valor para o pagamento do produto, favorecendo assim maior renda financeira por litro de leite ao produtor.

Para a lactose, os produtores 2, 3, 4 e 6 (66,67%) atenderam ao limite mínimo preconizado de 4,3g/100g (Tabela 1). Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Belli, (2015) o qual avaliou a qualidade do leite cru refrigerado obtido em unidades produtoras no sudoeste do Paraná, obtendo resultados médios de 4,43% a 4,46% de lactose nas amostras avaliadas. Portanto, 33,33% dos produtores avaliados apresentaram teor de lactose inferior ao estabelecido pela legislação vigente (Tabela 1).

Diferentes fatores podem ocasionar em baixos índices de lactose no leite cru, um exemplo é o déficit energético enfrentado por os animais em estágio de lactação, fatores climáticos e alto índice de contaminação por mastite (SOARES, 2013; ALESSIO et al.,

2016).

Com relação aos sólidos não gordurosos apenas 33,33% dos produtores atenderam o estabelecido pela Instrução Normativa nº76. Segundo Melo (2020), o aumento ou a diminuição dos sólidos totais interfere significativamente na qualidade do leite para elaboração de derivados lácteos, principalmente com relação ao rendimento durante o processamento de queijo.

O índice crioscópico é um parâmetro utilizado para determinar o ponto de congelamento e detecção de possíveis fraudes no leite, seja por adição de água ou mesmo soro de queijo (DIAS & ANTES, 2014). De acordo com os resultados obtidos, foi possível verificar que 100% dos produtores de leite cru apresentaram resultados fora da faixa preconizada pela legislação, que varia de -0,530 a -0,555 °H. Destes, 66,67% dos produtores, ou seja, os produtores 1, 2, 3 e 4 (Tabela 1) apresentaram índice crioscópico inferior ao mínimo estabelecido pela legislação vigente, indicando dessa forma, uma possível fraude do leite por adição de água. Em contrapartida, foi constatado que 33,33% dos produtores analisados apresentaram índice crioscópico superior ao máximo estabelecido pela IN76/2018 (MAPA) (Tabela 1), inferindo uma possível fraude por reconstituintes no leite.

Segundo Fagnani, (2016) índices elevados no ponto de congelamento possivelmente indicam que as amostras em questão podem estar fraudadas por adição de reconstituintes, como por exemplo, amido, açúcar, dentre outros, que tem como objetivo compensar a fraude por adição de água e posteriormente mascarar o índice crioscópico.

4 | CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos foi possível concluir que, o leite cru fornecido por parte dos produtores na região de Gararu (SE), para as agroindústrias, apresentaram parâmetros físico-químicos insatisfatórios de acordo com a legislação vigente, o que pode acarretar menor rendimento para o processamento de queijo Coalho e outros derivados lácteos, além de possíveis riscos à saúde pública. Importante ressaltar que, ações educativas, tais como, Boas Práticas de Ordenha (BPO) e Boas Práticas de Fabricação (BPF) precisam ser implementadas junto aos produtores desta região, para melhorias no processo de obtenção da matéria-prima, favorecendo assim, o potencial produtivo da região e consequentemente a qualidade do leite cru.

REFERÊNCIAS

ALESSIO, D. R. M. et al. **Multivariate analysis of lactose content in milk of Holstein and Jersey cows**. Semina: Ciências Agrárias, v. 37, n. 4, p. 2641–2652, 2016.

ANTUNES, ALOÍSIO JOSÉ. **Funcionalidade de Proteína do leite Bovino**. Editora Manole, Barueri, 2003.

BASTOS, L. R. **Qualidade de Leite Cru Refrigerado Proveniente de Propriedades Familiares do Sul do Espírito Santo e Qualidade Microbiológica de Leite Pasteurizado**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre – ES.

BELLI, C. Z. P. **Qualidade do Leite Cru Refrigerado Obtido em Unidades Produtoras no Sudoeste do Paraná**. 69f. Dissertação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

BRASIL, **Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe EMDAGRO**. Brasil, 2013. Disponível em: <https://emdagro.se.gov.br/wp-content/uploads/2018/10/ACOMPANHAMENTO-DABOVINOCULTURA-DE-LEITE-EM-SERGIPE-JUL-2018.pdf>. Acesso em: 22/11/2019.

BRASIL, **Regulamento de Inspeção Industrial de produtos de origem Animal RIISPOA**. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasília, 2017.

BRASIL, **Ministério da agricultura pecuária e abastecimento MAPA**. Instrução normativa nº76 de 26 de novembro de 2018.

DIAS, J. A., ANTES, F. G. **Qualidade físico-química. Higiênico-sanitária e composição do leite cru: indicadores e aplicações práticas da instrução Normativa 62**. Porto Velho, RO. Embrapa, 2014.

PEREIRA, G. C. PINTO, M. S. FONSECA, L. R. **Caracterização físico-química do leite cru comercializado no município de lavras – MG**. Revista Institucional Latic. “Cândido Tostes”, Jan/Fev, nº 372, 65, 18:25. 2010.

FAGNANI, R. **Principais fraudes em leite**. 2016 Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/rafael-fagnani/principais-fraudes-em-leite100551n.aspx> FAO. Food and agriculture organization of the United Nations, Milk and dairy products in human nutrition. Roma, 2013.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE, Brasil 2015/2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/ipp/brasil>. Acesso em: 20/11/2019.

MELO, D. S. **Avaliação da qualidade de leite cru produzido no alto sertão sergipano frente aos parâmetros legais preconizados pela legislação**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Sergipe. Sergipe, 2020.

OLIVEIRA CAF et al. 1999. **Aspectos relacionados à produção, que influenciam a qualidade do leite**. Higiene Alimentar 13: 10-13.

SANTOS, L. V. G. S; FOGAÇA, L. C. S. F. **Avaliação Físico-Química e Microbiológica de Leite in Natura Comercializado no Município de Anagé – Bahia**. Id on Line Rev. Mult. Psic. V.13, N. 43, p. 982-988, 2019.

SILVA, G. W. N. **Avaliação físico-química de leite in natura comercializado informalmente no sertão paraibano**. Revista Principia, João Pessoa-PB, nº 35, junho 2017.

SOARES, C. A. F. **Composição do leite: Fatores que alteram a qualidade química**. Programa de PósGraduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul 2013.

COOPERATIVISMO E O DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÔMICO DA AGRICULTURA FAMILIAR NO BAIXO TOCANTINS, AMAZÔNIA BRASILEIRA

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 17/04/2020

Raquel Lopes Nascimento

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará

Castanhal – Pará

<http://lattes.cnpq.br/9416906085703297>

Renan Yoshio Pantoja Kikuchi

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará

Castanhal – Pará

<http://lattes.cnpq.br/4762374779203674>

Wagner Luiz Nascimento do Nascimento

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará

Castanhal – Pará

<http://lattes.cnpq.br/0845400275793488>

Maria Jessyca Barros Soares

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará

Castanhal – Pará

<http://lattes.cnpq.br/7057596601616919>

Andrey Rafael Moraes da Costa

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará

Castanhal – Pará

<http://lattes.cnpq.br/8997430807948497>

Aline Dias Brito

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará

Castanhal – Pará

<http://lattes.cnpq.br/6860291014345980>

Alex Medeiros Pinto

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará

Castanhal – Pará

<http://lattes.cnpq.br/7525751616974799>

Jorge Moura Serra Júnior

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará

Castanhal – Pará

<http://lattes.cnpq.br/8382123679775745>

Robson da Silveira Espíndola

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará

Castanhal – Pará

<http://lattes.cnpq.br/0954088738957850>

Thaynara Iuany Nunes Monteiro

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará

Castanhal – Pará

<http://lattes.cnpq.br/0365991536039203>

Denis Junior Martins da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará

Castanhal – Pará

<http://lattes.cnpq.br/3879683700735194>

Jandson José do Vale Guimarães

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará

Castanhal – Pará

<http://lattes.cnpq.br/2399336818268420>

RESUMO: O objetivo deste trabalho é traçar um perfil do cooperativismo na Região de Integração Tocantins “Baixo Tocantins”, caracterizando a agricultura familiar dentro de uma perspectiva socioeconômica no contexto da Amazônia. Este trabalho faz parte do diagnóstico, realizado pela Incubadora Tecnológica de Desenvolvimento e Inovação de Cooperativas e Empreendimentos Solidários (INCUBITEC) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Campus Castanhal (IFPA – Campus Castanhal), com parceria do Sindicato e Organização das Cooperativas Brasileiras no Estado do Pará (OCB/PA). Neste trabalho, foi possível concluir a elevada importância do cooperativismo no Baixo Tocantins, seguindo de uma perspectiva de sustentabilidade social, ambiental e econômica, além do fortalecimento das populações tradicionais que inclui os ribeirinhos, caboclos, índios e quilombolas. Como também contribuindo para o desenvolvimento da agricultura familiar e o extrativismo vegetal e valorização de produtos nativo da Amazônia, caracterizando a sociobiodiversidade.

PALAVRAS-CHAVE: Cooperativismo, Amazônia, Agricultura Familiar, Extrativismo, Baixo Tocantins.

COOPERATIVE AND THE SOCIOECONOMIC DEVELOPMENT OF FAMILY FARM IN LOWER TOCANTINS, BRAZILIAN AMAZON

ABSTRACT: The objective is to draw a cooperative profile in the Integration Region Tocantins “Lower Tocantins” featuring family farming within a socio-economic perspective in the context of the Amazon. This work is part of the diagnosis made by the Technological Development Incubator and Innovation Cooperatives and Solidarity Enterprises (INCUBITEC) of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Pará - Campus Castanhal (IFPA - Campus Castanhal), in partnership with the Trade Union and Organization Brazilian Cooperatives in the State of Pará (OCB / PA). In this work, it was concluded the high importance of cooperatives in the Lower Tocantins, following a perspective of social, environmental and economic sustainability, and the strengthening of traditional populations including riparian, mestizos, Indians and Maroons. As well as contributing to the development of family farming and plant extraction and recovery of native Amazon products, featuring the sociobiodiversity.

KEYWORDS: Cooperativism, Amazon, Family Agriculture, Extraction, Lower Tocantins.

1 | INTRODUÇÃO

Segundo Chaddad e Cook (2004), a cooperativa é criada por um grupo de indivíduos que partilham de algum interesse e buscam, através da organização, alcançar seus objetivos, dessa forma, formalizam o grupo, chamda de cooperativa. Nesse sentido, a cooperativa, está inserida na economia solidária, por apresentar finalidades econômicas.

Para Singer (1999) a Economia Solidária tem sido uma resposta importante dos trabalhadores e trabalhadoras em relação às transformações ocorridas no mundo do

trabalho. Segundo o autor, são milhares de organizações coletivas, organizadas sob a forma de autogestão que realizam atividades de produção de bens e de serviços, crédito e finanças solidárias, trocas, comércio e consumo solidário tanto em áreas urbanas como rurais. Trata-se, pois de uma importante alternativa de inclusão social pela via do trabalho e da renda, combinando a cooperação, a autogestão e a solidariedade na realização de atividades econômicas (SINGER, 1999).

A economia solidária torna-se alternativa para o enfrentamento do desemprego, na busca de oportunidades de inclusão e estratégias de verticalização e dinamização de cadeias produtivas no âmbito de processos de desenvolvimento local ou territorial sustentável.

Segundo o Sistema de Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB), (2019), o número de cooperativas no Brasil só vem aumentando ao longo do tempo, sendo que no ano de 2018 chegou a de 6.828 cooperativas, apresentando significativo ganho para a economia no país. Destas, 1.613 são do ramo agropecuário, totalizando 1.021.019 cooperados e gerando um total de 209.778 empregos, tal que, o ramo agropecuário é o primeiro no ranking de quantidade de cooperativas, e geração de emprego.

No Pará, a agropecuária é de grande importância com crescimento significativo na economia do estado, principalmente com a agricultura familiar e o extrativismo e tem no cooperativismo uma vital ferramenta de desenvolvimento do setor OCB/PA, (2018).

Gaiger (2013) aponta que as cooperativas, por décadas, se tornou uma forma de desenvolvimento coletivo da economia e de fortalecimento comunitário dos agricultores, bem como, estando acessível e próximos aos seus interesses.

Devido a grande diversidade da Amazônia, no que diz respeito aos modos de produção e produtos desenvolvidos ou originados por populações ribeirinhas; caboclos; índios; e quilombolas que igualmente, se consideram como agricultores; extrativistas; pescadores; artesões e etc, há necessidade de se pensar em desenvolvimento, considerando todos estes aspectos amazônicos.

Dessa forma, pretende-se traçar um perfil do cooperativismo na Região de Integração Tocantins “Baixo Tocantins”, caracterizando a agricultura familiar dentro de uma perspectiva socioeconômica no contexto da Amazônia.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Concepção de divisão de espaço geográfico no Pará, perspectivas no âmbito de território e territorialidade no contexto da Amazônia.

O Estado do Pará representa 29,73% da Amazônia brasileira e 14,65% do território nacional, dentro dessa unidade da federação estão grandes mesorregiões (totalizando seis) que foram determinadas a partir da Resolução da Presidência do IBGE nº. 11, de 5

de junho de 1990.

Além das mesorregiões, existem também as microrregiões (sendo 22, no total), também instituída pela Resolução da Presidência e igualmente, em 2007 passou-se a utilizar, no Pará, o conceito de Região de Integração (RI) no âmbito da criação da Secretaria de Estado de Integração Regional (Seir) Oliveira et al, (2011) que totaliza 12 RI, dentre elas, a Região de Integração Tocantins. Dessa forma, obtendo um espaço mais homogêneo e de identidade peculiar deste espaço geográfico.(Figura 1).

Apesar de Região de Integração ser apresentado, com seu surgimento a partir do ano de 2007 (OLIVEIRA ET AL, 2011; BASTOS ET AL, 2010), bem antes de disso, no Plano Territorial De Desenvolvimento Rural Sustentável Do Baixo Tocantins para o ano de 2011 a 2014, é referido que esta região já havia se autodenominado, pelos próprios atores locais, como “Baixo-Tocantins”, tal que é o termo mais utilizado para denominar a Região de Integração Tocantins.

A estratégia de regionalização, através de várias subdivisões de espaço geográfico na Amazônia, demonstra uma complexa diversidade ambiental; cultural; social; e política econômica que existe no espaço.

No trabalho de Schneider e Tartaruga, (2006) na perspectiva de território, afirma que o desenvolvimento pressupõe a ação sobre o espaço e a mudança das relações sociais nele existente.

Para a Amazônia, estes aspectos são muito incisivos, pois a diversidade de atividades praticadas dentro da agricultura familiar e as diferentes formas organizacionais desta categoria possuem uma relação com os territórios bastante imponente que os diferem entre si dentro dos estados, mesorregiões e até mesmo nas microrregiões.

Aspecto de diversidade e complexidade do espaço influencia a interação do homem com a natureza conferindo peculiaridades como abordados por Mendes, (2010) que trata sobre a interferência do homem na natureza e suas transformações no modo de vida das populações.

Schneider et al, (2014) considera o principal avanço - no que diz respeito à melhor definição da agricultura familiar - o reconhecimento da enorme diversidade econômica e heterogeneidade social, deste grupo que trabalha mediante o uso da força de trabalho dos membros de suas famílias e que produzem tanto para seu autoconsumo como para a comercialização.

Caracterização de áreas de várzeas no baixo Tocantins

O Baixo Tocantins é uma região que sofre influência de marés, sendo esta, uma área de várzea tradicionalmente ribeirinha que nada mais é do que a população que habita às margens dos rios e igarapés, com características típicas da Amazônia, vale ressaltar que as populações ribeirinhas do Baixo Tocantins são caracterizadas também pela dinâmica extrativista vegetal e animal, como a pesca, coleta de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.),

andiroba *Carapa guianensis* A.), cacau (*Passiflora cacao*) e etc.

Estes concernem características peculiares na formação econômica, social e política da Amazônia, são populações que segundo Lira et al (2016), detêm de um amplo saber sobre o ambiente amazônico e suas diversas formas de uso e manejo, apropriando-se de recursos florestais, baseado na reciprocidade com a natureza percebendo o tempo ecológico dos recursos naturais para organizar o trabalho na heterogeneidade das diversas formas de utilização dos recursos naturais.

Nisto, Lira et al, (2016) afirma que há uma relação de respeito entre homem-natureza, tendo em vista que os ribeirinhos não dissociam o homem da natureza, permitindo o manejo do ambiente sem a degradação dos recursos naturais, a partir do etnoconhecimento.

O Baixo Tocantins é organizado pelos rios Moju, Acará, Pará e o grandioso Tocantins que deu o nome a região. Os rios da região são utilizados como vias para transporte de cargas e pessoas (Figura 1).

O Cooperativismo como forma de desenvolvimento rural sustentável

Araújo et. al. (2007), ressaltam que os princípios norteadores da transformação da agricultura familiar se alinham ao associativismo e à participação social.

O cooperativismo vem no sentido de melhorias de produção, escoamento, verticalização, beneficiamento, comercialização, geração de renda e trabalho que consequentemente, atua na melhoria da condição de vida, fortalecimento e desenvolvimento de populações tradicionais.

Para Reis et al, (2015) a economia solidária é uma forma de resistência aos efeitos da exploração capitalista do trabalho, tal que a economia capitalista tem gerado desigualdades sociais e regionais como consequência da divisão internacional do trabalho, dessa forma, a economia solidária torna-se uma alternativa.

Como afirmam GOERCK (2005) e SOUSA; BARBOSA; REIS (2009), a economia solidária é uma estratégia que permite a dinamização socioeconômica no âmbito de processos de desenvolvimento local e/ou territorial sustentável, promovendo a coesão social, a preservação da diversidade cultural e o meio ambiente.

3 | METODOLOGIA

A área de abrangência do Baixo Tocantins (Figura 1) é de 36.024,20 Km², sendo composta por 11 municípios. A cobertura vegetal na região do Baixo Tocantins é formada de floresta Ombrófila Densa, com áreas de matas, de várzeas e de igapós.

O Território do Baixo Tocantins encontra-se numa zona de fronteira, está localizado entre a Amazônia Central e Amazônia Oriental, no nordeste do Pará, por onde passa a microrregião da Bacia do rio Tocantins, considerada a segunda mais importante do país, superada apenas pela Bacia do Rio Amazonas.

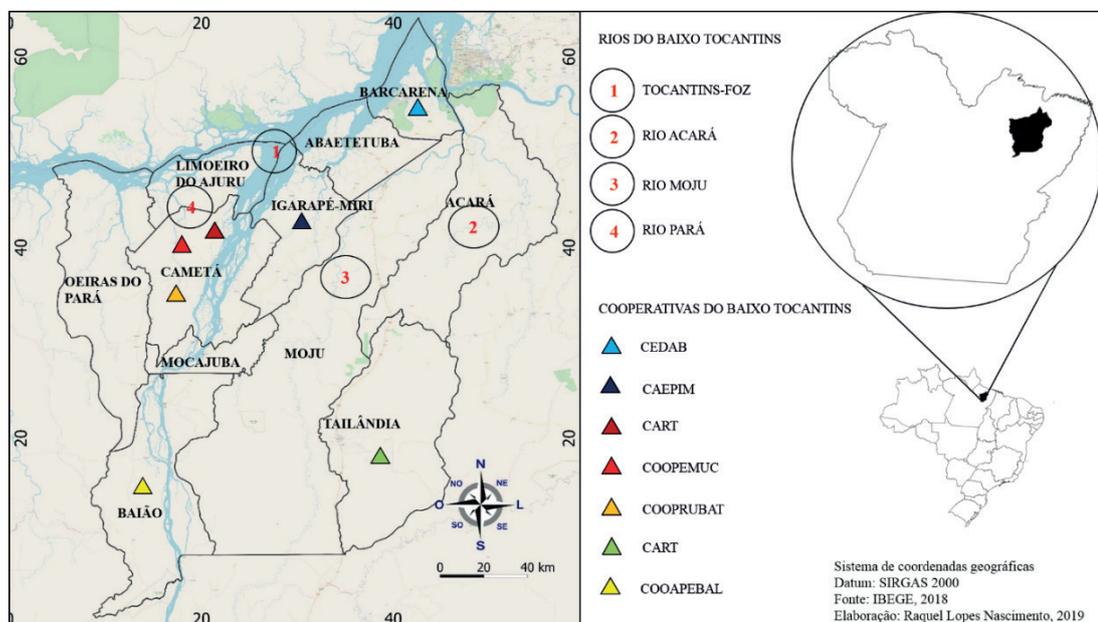


Figura 1: Mapa De Localização Da Região De Integração Tocantins (Baixo Tocantins)

Fonte: Autores

Este trabalho faz parte do diagnóstico, realizado pela Incubadora Tecnológica de Desenvolvimento e Inovação de Cooperativas e Empreendimentos Solidários (INCUBITEC) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Campus Castanhal (IFPA – Campus Castanhal), com parceria do Sindicato e Organização das Cooperativas Brasileiras no Estado do Pará (OCB/PA), sendo esta, entidade de representação das necessidades dos cooperados. Os questionários foram aplicados no período de junho e julho de 2019, com cooperativas assistidas pela INCUBITEC e/ou ativas registradas no sistema OCB/PA.

A realização deste trabalho se deu através do levantamento de dados por meio questionário junto as cooperativas a região do Baixo Tocantins. Foram consultadas 5 cooperativas das 7 que são assistidas pela INCUBITEC e/ou ativas no sistema OCB/PA. As cooperativas estudadas são: CEDAB (Barcarena); CART, COOPEMUC (Cametá); CAEPIM (Igarapé-Miri) e CART (Tailândia) (Figura 1).

A formulação e validação dos questionários, concretizou-se por meio de reuniões, mais precisamente em workshop de cooperativismo - realizado pela INCUBITEC, onde foram estabelecidas, junto a OCB/PA, as questões, mas pertinentes, a cerca de: identificação e organização social, verticalização de produção, atividades econômicas, gestão, comercialização e questões voltadas para o meio ambiente e sustentabilidade.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cooperativismo agrícola no Pará é bem expressivo em número, tal que, segundo o Diagnóstico do Cooperativismo Paraense 2018 (OCB/SESCOOP-PA, 2019), as

cooperativas agrícolas estão em segundo lugar no ranking em quantidade de cooperativas no estado do Pará, estando atrás apenas do ramo de transporte. O total de cooperativas é 215, com 12 ramos de atuação, destas, 29% são cooperativas agropecuária o que significa, 62 cooperativas que atuam para o fortalecimento de produção agrícola (Gráfico 1).

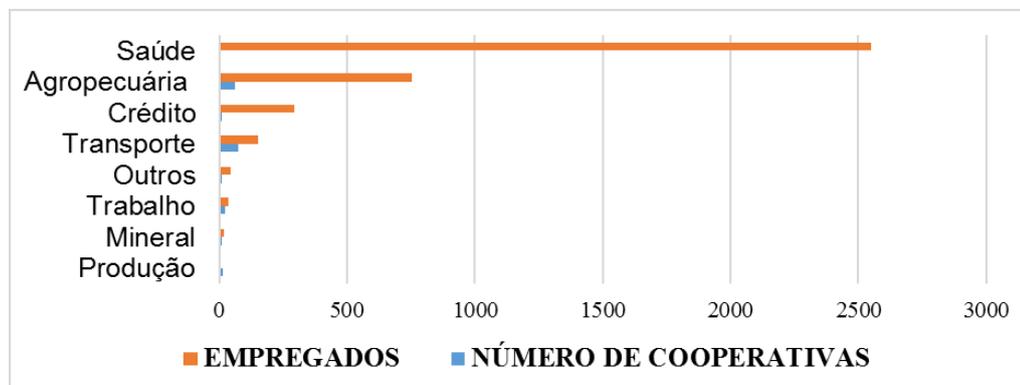


Gráfico 1: Ramo De Atuação De Cooperativas, Por Quantidade E Geração De Emprego.

Fonte: Adaptado de OCB/PA, 2019

Em número de cooperados, as cooperativas agrícolas, estão em terceiro lugar com 6.083, estando atrás do ramo mineral com 47.281 cooperados e o ramo de crédito, com 30.136. Contudo, o número de empregados, é bem mais significativo, onde são gerados 753 empregos, apenas em cooperativas agrícolas, sendo a quantidade mais expressiva, depois do ramo de saúde (Gráfico 1).

As cooperativas apresentam um impacto socioeconômico no meio rural, resultante da organização dos agricultores familiares na busca de melhorias na qualidade de vida, assim, como afirma Petrella (2007), que as cooperativas exercem de forma interna e externa uma influência socioeconômica sobre a sociedade a fim de melhorar as condições de vida humana.

Neste sentido, compartilhando da ideia de Reis et al (2015) e Laville et al, (2004), a organização social cria um espaço estratégico para o enfrentamento dos efeitos de sistema capitalista, garantindo-lhes acesso a direitos sociais, de forma que se construa uma sociedade mais justa.

Na pesquisa realizada, verificou-se que a principal finalidade de se construir uma cooperativa, está baseada em: organização dos produtores rurais para a autonomia e independência; melhorar a situação econômica de seus cooperados; viabilizar a comercialização dos produtos. Além destes, foram pontuados como importantes a geração e/ou a melhoria de renda dos sócios e a eliminação de intermediários para a comercialização de seus produtos.

Dessa forma, a organização da comunidade se torna alternativa para superação

de desafios e dificuldades encontrados na dinâmica da cadeia produtiva, seja originado do cultivo ou de extração vegetal e/ou animal. Quando se trata da Amazônia, o perfil de produtos e produção agrícola é difícil de definir, pois apresenta uma série de peculiaridades e diversidades que são distintas, mesmo dentro do contexto de bioma amazônico.

Neste sentido, a maioria dos cooperados, quase que predominantemente são extrativistas; ribeirinhos e autoconsideram enquadrados na categoria de agricultores familiares, mas além destes, tem também indígenas, quilombolas e pescadores artesanais. Mesmo dentro uma região, que corresponde a aproximadamente 3% do território paraense, o Baixo Tocantins imensamente diverso, na sua população, produção, produtos agrícolas e extrativistas.

As diferentes formas de produção agrícola desenvolvidas por populações locais como os ribeirinhos, caboclos, índios e quilombolas, por exemplo; sempre estiveram presentes na construção da identidade amazônica e perduram até os dias atuais. Suas diversas atividades lhes conferem características próprias que necessitam ser conhecidas e colocadas em pauta na construção de políticas públicas coerentes com as especificidades locais.

Para Hurtienne, (2005), o desafio para a análise da dinâmica de produção familiar na Amazônia, reside na dificuldade de considerar a grande diversidade das formas de produção familiar no campo.

Segundo Schröder (2010) não dá para simplificar a estrutura social e produtiva do meio rural amazônico. Neste mesmo sentido Hurtienne, (2005) afirma que não há uma linha divisória para determinar o modo de produção familiar.

Aspecto de diversidade e complexidade da Amazônia são fundamentais para entender a forma de organização e relação do homem com a natureza, como bem abordado por Schneider, (2004) que levanta uma discussão de pluriatividade no âmbito da agricultura familiar que muito bem cabe ao contexto da Amazônia.

A pluriatividade é um fenômeno heterogêneo e diversificado que está ligado, de um lado, às estratégias sociais e produtivas que forem adotadas pela família e por seus membros e, de outro, dependerá das características do contexto em que estiver inseridos Schneider, (2004).

A diversidade de atividades econômicas praticadas dentro da agricultura familiar e as diferentes formas organizacionais desta categoria possuem uma relação com os territórios bastante imponente que os diferem entre si dentro de um mesmo espaço e isso se reflete na variedade produtos agrícolas gerados nas cooperativas.

A atividade econômica da cooperativa está atrelada justamente como os sócios se autoidentificam e a região que estão inseridos, sendo que o produto mais significativo, dentro dos empreendimentos é o açaí (*Euterpe oleracea*) (Gráfico 2). Segundo o levantamento do IBGE, 2018, o açaí é principal produto da extração vegetal, no estado do Pará, o que também é confirmado pela atividade realizadas pelas cooperativas estudadas

na região do Baixo Tocantins.

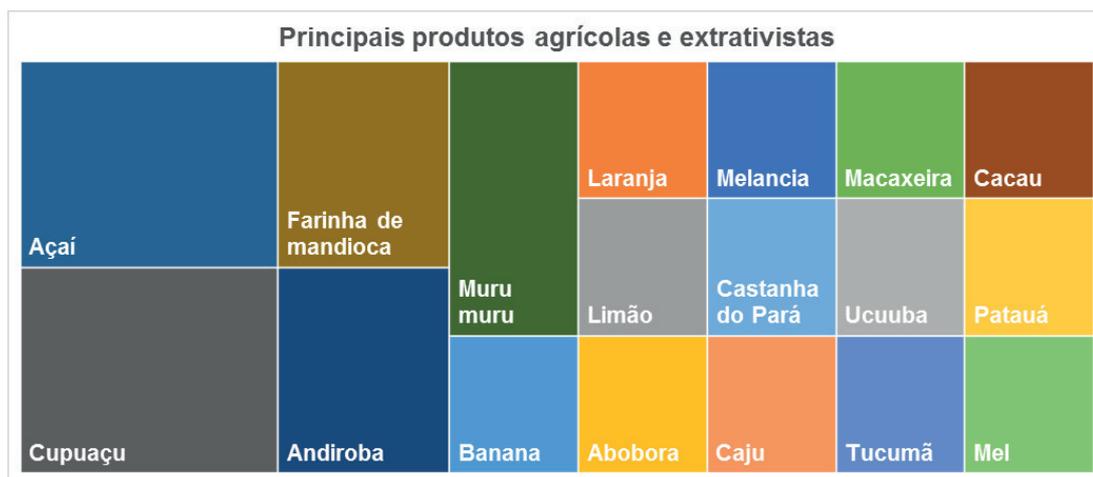


Gráfico 2: Principais Produtos Produzidos E/Ou Comercializados De Origem Agrícola E Extativista.

Fonte: Autores

A maioria dos produtos são nativos e seguem um modelo de produção agroecológico e orgânico, o que demonstra a valorização e fortalecimento da sustentabilidade social, ambiental e econômica de uma região que é tão diversa de fauna, flora, cultura e modelos de produção.

Seguindo da mesma perspectiva de pesquisadores brasileiros, como Maluf et al. (2015); Burlandy et al. (2014) e Castro, (2015), que apontam os modelos agroecológico de produção e de processamento de alimentos, como alternativa para o enfrentamento de questões nutricionais, sociais e ambientais decorrentes do sistema agroalimentar hegemônico, a produção agrícola realizada por essas cooperativas, não está firmada apenas aos benefícios econômicos, mas também ao social e ambiental, fortalecendo o desenvolvimento local sustentável.

A diversidade de produtos produzidos e/ou comercializados pelas cooperativas da Região do Baixo Tocantins são de origem, principalmente, do extrativismo e nesse sentido é importante ressaltar o debate em torno do termo “produtos da sociobiodiversidade” que está relacionado justamente com a atividade extrativista. Dessa forma, a relevância social, ambiental e econômica do extrativismo, especialmente de populações ribeirinhas, apresenta uma relação recíproca de troca do homem com a biodiversidade, no qual se concerne a necessidade de manutenção de ambos, tanto para a garantia de produção futura, quanto para o protagonismo das populações e comunidades tradicionais que se beneficiam dos produtos da sociobiodiversidade.

Os produtos da sociobiodiversidade para as populações tradicionais são de grande relevância e expressam a identidade territorial e social da região e ainda contribui para a economia.

5 | CONCLUSÕES

Com esta pesquisa foi possível concluir a elevada valia do cooperativismo agrícola, no âmbito da Amazônia brasileira como forma de desenvolvimento rural sustentável de populações tradicionais que inclui os ribeirinhos, caboclos, índios e quilombolas. Dessa forma, além do fortalecimento destas populações, há também a valorização da diversidade e peculiaridades do território amazônico.

O cooperativismo apresenta significativa importância para o desenvolvimento e fortalecimento da agricultura familiar e extrativismo na região do Baixo Tocantins, no qual podemos visualizar, através dos números a relevância da organização social frente a sociedade que valoriza o individualismo e a divisão.

Foi possível observar a diversidade de formas de produção e dos produtos advindos da agricultura e do extrativismo vegetal, caracterizando a sociobiodiversidade realizado pelas cooperativas do Baixo Tocantins. Por fim, o cooperativismo, é de elevado relevância para o fomento da sustentabilidade social, ambiental e econômica na Amazônia. Ao submeter o trabalho, os autores tornam-se responsáveis por todo o conteúdo da obra

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, T. C. A. de; GODRIM, M. D.; SOUZA, V. S. A Organização Social da Agricultura Familiar do Projeto Jaíba- MG, como desafio para o desenvolvimento local sustentável. In: **XLV Congresso Da Sociedade Brasileira De Economia, Administração E Sociologia Rural Brasil**, Londrina, 2007

BASTOS, A. P. V.; ALMEIDA, O.; CASTRO, E. R.; MARIN, R. A.; PIMENTEL, M. S.; RIVERO, S; SILVA, I. C; TORRES, I.; BRÜZEKE, F.J. **Economia e Sociedade na Região do Tocantins, Pará**. PAPERS DO NAEA Nº 259, UFPA. ISSN 15169111. Belém, março de 2010.

BURLANDY, L.; GOMES, F.S.; CARVALHO, C.M.P.; DIAS, P.C.; HENRIQUES, P. 2014. **Intersetorialidade e potenciais conflitos de interesse entre governos e setor privado comercial no âmbito das ações de alimentação e nutrição para o enfrentamento de doenças crônicas não transmissíveis**. *Visa em debate* 2(4):124-29.

CASTRO, I.R.R. **Desafios e perspectivas para a promoção da alimentação adequada e saudável no Brasil**. *Cadernos de Saúde Pública* 31(1):7-9. 2015

COOK, M. L., CHADDAD, F. R. "Advances in Cooperative Theory since 1990: A Review of Agricultural Economics Literature." In G.W.J. Hendrikse (ed.), *Restructuring Agricultural Cooperatives*, pp. 65-90, Haveka, the Netherlands. 2004

CHAVES, M. P. S. R. **Uma experiência de pesquisa -ação para gestão comunitária de tecnologias apropriadas na Amazônia: o estudo de caso do assentamento de Reforma Agrária Iporá**. 2001. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 2001

CORDEIRO, M. C.C.; VASCONCELOS, L.G. T.; SCHWARTZ G.; OLIVEIRA, F.A. **Nordeste Paraense: panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias**. Belém: EDUFRA, 2017.

DIAS, G. A. V.; OLIVEIRA, W. **Região De Integração Tocantins-Pa: Um Novo Olhar Sobre O Extrativismo E Alguns Aspectos Socioeconômicos**. Texto de discussão. IPEA – Instituto de pesquisa Econômica Aplicada. Rio de Janeiro, março de 2011

GAIGER, L. I. A Economia Solidária e a Revitalização do Paradigma Cooperativo. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**. v. 28, n. 82, Jun/2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcsoc/v28n82/v28n82a13.pdf>. Acesso em: 10 de out de 2019.

GAIGER, L. I. O Mapeamento Nacional e o Conhecimento da Economia Solidária. **Revista da ABET**. v. 12, n. 1, Jan/Jun 2013. Disponível em: <http://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/abet/issue/view/1379/showToc>. Acesso em: 10 de out de 2019.

GOERCK, C. Economia popular solidária: no processo de reestruturação produtiva Brasileira. **Revista Virtual Textos & Contextos**, n. 4, dez 2005.

HURTIENNE, T. Agricultura familiar e desenvolvimento rural sustentável na Amazônia. **Novos Cadernos NAEA**. v. 8, n. 1, p. 19-71 jun 2005.

IBGE. **Divisão regional do Brasil em mesorregiões e microrregiões geográficas**. 1990.

IBGE. LSPA - **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola 2018**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria.html>. Acesso em: 10 de out de 2019.

IBGE. **Divisão do Brasil em microrregiões homogêneas: 1968**. Edição do Departamento de Documentação e Divulgação Geográfica e Cartográfica, 1970.

LAVILLE, J. L. e FRANÇA FILHO, G. C. **Economia Solidária, uma abordagem internacional**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.

LIMA, M. H. P.; RODRIGUES, C.M.; SILVA, J. K. T.; MARTINS, P. C. TERRON, S. L.; SILVA, R. L. S. **Divisão Territorial Brasileira**. Fundação Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística – Departamento de Geografia, 2002

LIRA, T. M.; CHAVES, M. P. S. R. **Comunidades ribeirinhas na Amazônia: organização sociocultural e política**. Campo Grande, MS, v. 17, n. 1, p. 66-76, jan./mar. 2016.

LOUREIRO, V. R. Amazônia: Uma história de perdas e danos, um futuro a (re)construir. **Estudos Avançados**. v. 16, n. 45, p. 107-121. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v16n45/v16n45a08.pdf>. Acesso em: 10 de out de 2019.

MALUF, R.; BURLANDY, L.; SANTARELLI, M.; SCHOTTZ, V.; SPERANZA, J.S. **Agricultura sensível à nutrição e a promoção da soberania e da segurança alimentar e nutricional no Brasil**. Ciência e Saúde coletiva. 20(8):2303-2312. 2015

MARIANI, M. A. P.; ARRUDA, D. O. Território, Territorialidade E Desenvolvimento Local: Um Estudo De Caso Dos Empreendimentos Econômicos Solidários De Corumbá/Ms. **SOBER - Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**. Campo Grande, 25 a 28 de julho de 2010

MDA - Ministério de Desenvolvimento Agrário. **Plano Territorial De Desenvolvimento Rural Sustentável Do Baixo Tocantins**. 2010

OCB – Sistema de Organização das Cooperativas Brasileiras. (2019). **Números Do Cooperativismo brasileiro**. Disponível em: <https://www.ocb.org.br/numeros>. Acesso em: 10 de out de 2019t

OCB/PA - Sistema de Organização das Cooperativas Brasileiras. **Diagnóstico e censo do Cooperativismo Paraense 2018**.

PETRELLA, R. **Pour une nouvelle narration du monde**. Montréal: Éditions Écosociété, 2007.

REIS, A. A. et al. Agricultura Familiar e Economia Solidária: a experiência da Associação MUTIRÃO, na região do Baixo Tocantins, Amazônia Paraense. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 11, n. 22, p. 120-142, 2015.

SANTOS, A. R. et al. Pluriatividade como estratégia de renda: o caso de um agricultor familiar na comunidade ribeirinha São João Batista, Pará. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 11, n. 23, p. 89-105, 2015.

SCHNEIDER, S.; CASSOL, A. Diversidade E Heterogeneidade Da Agricultura Familiar No Brasil E Algumas Implicações Para Políticas Públicas. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 227-263, maio/ago. 2014

SCHNEIDER, S. et al. A abordagem territorial do desenvolvimento rural e suas articulações externas. **Sociologias**, v. 6, n. 11, 2004.

SCHNEIDER, S. **Território, ruralidade e desenvolvimento. Org.). Las Configuraciones de los Territorios Rurales en el Siglo XXI**, v. 1, p. 67-108, 2009.

SINGER, P. **Globalização e Desemprego: diagnóstico e alternativas. São Paulo: Contexto, 1998**

SINGER, P. **A crise das relações de trabalho. Relações de trabalho contemporâneas.** Belo Horizonte: IRT (Instituto de Relações do Trabalho) da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, p. 31-45, 1999.

SEPLAN-Secretaria de Planejamento do Pará. Perfil de RI Tocantins. Disponível em: <http://seplan.pa.gov.br/regi%C3%B5es-de-integra%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 05 de out de 2019

SOUZA, A. L.; BARBOSA, M. J. de S.; REIS, A. A. **Incubadoras universitárias: inovação social e desenvolvimento.** In. Tecnologia social, economia solidária e políticas públicas. BOCAYUVA, P. C. C.; VARANDA, A. P. de M. (org.). ed. 1. Rio de Janeiro: FASE: IPPUR, UFRJ, 2009.

DINÂMICA DE MICRORGANISMOS COM POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO NA FERMENTAÇÃO DO CUPUAÇU PRODUZIDO NO MARANHÃO

Data de aceite: 01/07/2020

Josilene Lima Serra

Instituto Federal do Maranhão - Campus São Luís
- Maracanã

São Luís, Maranhão

Link lattes: <http://lattes.cnpq.br/8413662880147518>

Adenilde Nascimento Mouchreck

Universidade Federal do Maranhão - Campus
Bacanga

São Luís, Maranhão

Link lattes: <http://lattes.cnpq.br/0141868231910835>

Rayone Wesley Santos de Oliveira

Universidade Federal do Maranhão- Campus
Bacanga

São Luís, Maranhão

Link lattes: <http://lattes.cnpq.br/4459395131619734>

Aparecida Selsiane Sousa Carvalho

Universidade Federal do Rio de Janeiro - Campus
Ilha Fundão

Rio de Janeiro, Rio de Janeiro

Link lattes: <http://lattes.cnpq.br/7100718471924333>

RESUMO: A fermentação do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), processo que ocorre de forma tradicional e espontânea,

origina amêndoas para produção de cupulate, sendo realizado por uma sucessão de microrganismos fermentadores, como as leveduras, bactérias lácticas e acéticas. Esse trabalho teve o objetivo de avaliar a dinâmica de microrganismos fermentadores com potencial biotecnológico na fermentação de sementes de cupuaçu e selecionar cepas produtoras de beta-glicosidases. A fermentação das sementes de cupuaçu despulpadas foi realizada em frascos Erlenmeyer por 144 horas, com acompanhamento das variações de pH e acidez. Foram quantificadas e isoladas colônias de leveduras e bactérias acéticas, e após o isolamento, selecionou-se cepas produtoras de beta-glicosidases e realizou-se a identificação morfológica e triagem bioquímica das cepas. *Candida*, *Pichia* e *Sacharomyces* foram os gêneros de leveduras identificados que apresentaram características interessantes para processos de fermentação, como fermentação de glicose, sacarose, maltose e tolerância a 10 e 15% de etanol. *Acetobacter*, *Frauteria* e *Gluconobacter* foram as bactérias acéticas identificadas, porém apenas *Acetobacter* é uma boa produtora de ácido acético. Poucas cepas de *Acetobacter* (n=3) foram identificadas. Os dados obtidos a partir da caracterização físico-química

demonstram que as leveduras foram boas consumidoras de ácido cítrico, sendo observado a redução desse ácido ao longo da fermentação, em contrapartida, a produção de ácido acético foi baixa. A partir dos resultados obtidos, conclui-se que o sistema de fermentação em escala de laboratório fermentou parcialmente as sementes de cupuaçu e que isso deve-se ao déficit de crescimento de bactérias ácido lácticas e acéticas.

PALAVRAS-CHAVE: Amêndoas. Cupuaçu. Leveduras. Bactérias acéticas.

MICROORGANISMS DYNAMICS WITH BIOTECHNOLOGICAL PONTENTIAL IN THE FERMENTATION OF CUPUAÇU PRODUCED IN MARANHÃO

ABSTRACT: The fermentation of cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), a process that occurs in a traditional and spontaneous way, originates almonds for cupulate production, being carried out by a succession of fermenting microorganisms, such as yeasts, lactic and acetic bacteria. The purpose this work was evaluate the dynamics of fermenting microorganisms with biotechnological potential in the fermentation of cupuaçu seeds and to select strains that produce beta-glucosidases. The fermentation of pulped cupuaçu seeds was perform in Erlenmeyer flasks for 144 hours with monitoring of variations in pH and acidity. Yeast colonies and acetic bacteria were quantified and isolated. Strains producing beta-glucosidases were selected and the morphological identification and biochemical screening of the strains was performed. *Candida*, *Pichia* e *Sacharomyces* were yeast genera identified with interesting characteristics for fermentation processes as glucose, sucrose, maltose fermentation and tolerance to 10 and 15% ethanol. *Acetobacter*, *Frauteria* and *Gluconobacter* were the acetic bacteria identified, however only *Acetobacter* is a good producer of acetic acid. Few strains of *Acetobacter* (n = 3) have been identified. The data obtained from the physical-chemical characterization show that yeasts were good consumers of citric acid, with a reduction in this acid observed during fermentation, in contrast, the production of acetic acid was low. From the results obtained, it is concluded that the laboratory scale fermentation system partially fermented the cupuaçu seeds and that this is due to the growth deficit of lactic and acetic acid bacteria.

KEYWORDS: Almonds. Cupuaçu. Yeasts. Acetic bacteria.

1 | INTRODUÇÃO

O cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) é um fruto originário da Amazônia Oriental Brasileira, pertence à família Sterculiaceae, a mesma do cacau. É típico da Amazônia, bastante cultivado no Pará e também no norte do Maranhão. Carvalho *et al.* (2004), afirmam que até meado da década de 70, quase toda a produção de cupuaçu era oriunda de atividades extrativistas ou de pequenos plantios estabelecidos em quintais. Nas três últimas décadas, a área cultivada teve expressivo aumento.

A produção brasileira de polpa de cupuaçu se situa entre de 12.000 t e 15.000 t/ano, sendo que mais de 80% são oriundas de pomares comerciais. A composição média dos frutos é 43% de casca, 38,5% de polpa, 17,19% de semente e 2,85% de placenta, pode medir de 12 a 15 cm de comprimento e 10 a 12 cm de diâmetro, peso médio de 1 kg, em torno de 35 sementes (LANNES; MEDEIROS, 2003).

Os frutos do cupuaçu possuem uma casca dura e lisa de cor castanho-escuro, onde as sementes ficam envolvidas pela sua polpa, porém, esta é facilmente quebrável. É um fruto simples, com epicarpo diferenciado por uma casca seca e a parte interna com uma ou mais camadas carnosas. Sua epiderme possui coloração verde e é coberta por camada ferrugínea, que se desprende facilmente ao manuseá-lo (EMBRAPA, 2016).

A polpa ou purê de cupuaçu é o produto não fermentado e não diluído, obtido da parte comestível do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) sem as sementes, através de processo tecnológico adequado. Esta deve apresentar a cor de branco a branco amarelado, sabor levemente ácido e aroma próprio (BRASIL, 2000). É utilizada na elaboração de refrescos e na produção industrial ou artesanal de sorvete, picolé, néctar, doce, geleia, licor, xarope, biscoito, bombom e iogurte (CARVALHO *et al*, 2004).

A sementes do cupuaçu é o principal subproduto gerado após a retirada da polpa, que corresponde de 20 a 38% do fruto e que tem sido pouco aproveitado pela indústria de alimentos, sendo na maioria das vezes considerado um resíduo e descartado. A fermentação das sementes de cupuaçu pode ser uma alternativa para aproveitamento tecnológico desse subproduto, podendo gerar outros produtos como o cupulate e o liquor do cupuaçu que apresentam características similares aos produtos do cacau fermentado (GARCIA, 2006).

A fermentação das sementes de cupuaçu é similar a fermentação do cacau. É uma das primeiras etapas de transformação tecnológica do cacau em chocolate e apresenta um papel fundamental na formação do sabor e aroma característico desse produto. Essa fermentação ocorre de forma espontânea na presença de vários micro-organismos, envolvendo bactérias lácticas, bactérias acéticas e leveduras (CAMU *et al.*, 2008; RODRIGUEZ-CAMPOS *et al*, 2012; PEREIRA *et al.*, 2013).

A microbiota associada com a fermentação do cacau é bastante heterogênea, variando conforme a localidade, as condições de fermentação, condições climáticas, método e tempo de fermentação. Os microrganismos fermentadores desempenham um papel importante na fermentação, promovendo não somente a produção de álcoois e ácidos orgânicos como também a produção de aromas, precursores de aroma e sabor peculiares desses produtos. Essa capacidade de produzir compostos aromáticos está associada a produção de enzimas como as beta-glicosidases, que hidrolisam ligações glicosídicas presentes em compostos como terpenos e polifenóis que se encontram naturalmente presentes em produtos de origem vegetal na forma glicosilada (JESPERSEN *et al*, 2005; LEAL JÚNIOR *et al*, 2008).

Considerando a inexistência de estudos sobre fermentação de sementes de cupuaçu no Maranhão e a relevância do conhecimento do processo de modo a agregar valor e favorecer o desenvolvimento de novos produtos, esse trabalho teve o objetivo de avaliar a dinâmica de microrganismos fermentadores com potencial biotecnológico na fermentação de sementes de cupuaçu e selecionar cepas produtoras de beta-glicosidases.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Obtenção e caracterização física dos frutos

Os frutos foram adquiridos no IFMA – São Luís Campus Maracanã, recepcionados e armazenados por 48 horas. Em seguida, foram lavados, abertos, e as sementes obtidas foram despolpadas manualmente e submetidas ao processo de fermentação no Laboratório da UFMA, Campus Bacanga.

A caracterização física dos frutos foi realizada através da mensuração da altura e largura dos frutos, bem como do peso do fruto, casca, semente e polpa do cupuaçu.

2.2 Fermentação das sementes de cupuaçu

O processo fermentativo foi conduzido em escala de laboratório utilizando Erlenmeyer com variações da temperatura ao longo do tempo de fermentação baseadas em fermentações naturais de cupuaçu (NAZARETH, 2000). A fermentação teve duração de 144 horas, com revolvimento a partir de 48 horas. A coleta das sementes de cupuaçu e amêndoas fermentadas foi realizada de forma asséptica com acondicionamento em embalagens de polietileno estéreis para análise imediata no tempo 0 (antes da fermentação) e em 24, 48, 96, 120 e 144 horas após o início do processo.

2.3 Transformações físico-químicas durante a fermentação

2.3.1 Determinação do pH

O pH foi mensurado conforme método da AOAC (1997). Para tanto, 10 gramas das sementes de cacau foram trituradas em multiprocessador e diluídas em água destilada na proporção de 1:10 (m/v) para a medição em pHmetro digital (KASVI) previamente calibrado à temperatura ambiente.

2.3.2 Determinação da acidez

A acidez foi determinada por meio de titulação com NaOH 0,1N, conforme método da AOAC (1997).

2.4 Análises microbiológicas

As contagens de microrganismos fermentadores e triagem bioquímica foram realizadas conforme protocolo descrito por Ardhana e Fleet (2003), Bergey's (2001) e Pérez et al, (2011).

2.4.1 Contagem e isolamento das leveduras

Para a contagem das leveduras, realizou-se diluições decimais seriadas de alíquotas das sementes de cacau em água peptonada tamponada à 1%. A partir das diluições, foi realizado um plaqueamento em ágar Dicloran Rosa Bengala Cloranfenicol pela técnica inoculação em superfície (spread-plate). Os resultados após a quantificação foram expressos em Log UFC/g.

2.4.2 Contagem de bactérias lácticas e acéticas

Para a contagem de bactérias lácticas e acéticas empregou-se a técnica de plaqueamento em superfície (spread-plate) utilizando o meio de cultura ágar Lactobacillus MRS para bactérias lácticas e o ágar GYC (glicose, extrato de levedura e carbonato de cálcio) para bactérias acéticas. As placas foram incubadas a 37° C por 18 a 24 horas, e os resultados das contagens foram expressos em Log UFC/g.

2.4.3 Triagem bioquímica das cepas leveduras e bactérias isoladas produtoras de beta – glicosidases

A seleção de leveduras produtoras de beta-glicosidases foi realizada em meio de cultura contendo a esculina como substrato. Para tanto, o meio de cultura foi preparado, esterilizado a 121°C por 15 minutos e depois transferido para placas de Petri até solidificação. Cada placa foi inoculada com quatro cepas e incubadas em estufa bacteriológica a 30°C. As cepas que apresentaram um halo marrom foram consideradas positivas para atividade de beta – glicosidase, sendo mantidas em ágar extrato malte. Posteriormente, foram suspensas em água destilada estéril e contadas em Camara de Neubauer até concentração de 10⁶ células/mL.

A suspensão obtida foi utilizada na identificação bioquímica das cepas de leveduras quanto aos testes de fermentação de carboidratos (glicose, rafinose, sacarose, maltose, manitol), tolerância a diferentes concentrações de etanol (5, 10 e 15%), resistência a condições de diferentes temperaturas (25 e 45°C), assimilação de citrato e oxidação do etanol.

As cepas de bactérias foram submetidas a testes de fermentação de carboidratos

(arabinose e xilose), assimilação de citrato e oxidação do etanol.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização do fruto do cupuaçu

A caracterização do peso do fruto, casca, semente e polpa do cupuaçu, bem como sua altura e largura está disposta na tabela 2. Observa-se que 50% do fruto utilizado no experimento é composto por casca e apenas 14 e 23% compõem a semente e polpa, respectivamente. Os frutos apresentam em média uma altura de 19,3 cm e largura de 12,5 cm.

Amostra	Peso do fruto (g)	Peso da semente (g)	Peso da polpa (g)	Casca do fruto (g)	Altura (cm)	Largura (cm)
1	1176,54	164,11	244,10	644,25	18,5	12,5
2	1142,99	154,99	362,25	567,20	19,3	12,5
3	921,65	110,90	268,37	517,21	20,5	12,0
Média	1142,99	154,99	268,37	567,2	19,3	12,5

Tabela 1 – Características físicas dos frutos de cupuaçu colhidos no IFMA - Campus São Luís Maracanã.

3.2 Transformações físico-químicas das sementes e amêndoas de cupuaçu

A Figura 1 apresenta as variações do pH e acidez das sementes e amêndoas de cupuaçu ao longo do processo de fermentação. Os resultados demonstram que o índice de acidez das sementes de cupuaçu foi alto no tempo 0 da fermentação com um percentual de 1,4 e 0,44 % para ácido cítrico e acético, respectivamente, enquanto que o pH menor observado foi de 3,35.

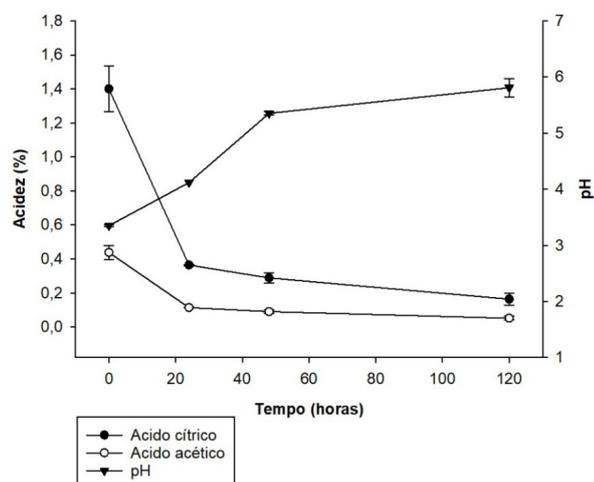


Figura 1. Variações de pH e acidez durante a fermentação das sementes de cacau.

Durante a fermentação a acidez reduziu de 1,44 para 0,16% e de 0,44 para 0,05% em termos de ácido cítrico e acético, respectivamente. O pH aumentou de 3,35 para 5,81 ao final da fermentação. O ácido cítrico é consumido pelas leveduras nos primeiros dias de fermentação, reduzindo a acidez inicial da polpa, aumentando o pH e favorecendo o crescimento das bactérias acéticas.

A fase acética é o momento da fermentação em que as bactérias acéticas dominam a fermentação e oxidam o etanol em ácido acético. Nessa fase um forte cheiro de “vinagre” (ácido acético) é comum. Neste estudo, observa-se que praticamente não houve produção de ácido acético o que resultou em um aumento do pH no final da fermentação (FERREIRA et al., 2013). A baixa quantidade de semente, bem como, as condições em escala de laboratório podem ter influenciado no crescimento das bactérias.

3.3 Análises microbiológicas das sementes e amêndoas de cupuaçu

A Figura 2 representa a contagem de leveduras e bactérias acéticas durante a fermentação do cupuaçu. O processo fermentativo foi iniciado com um total de leveduras de 5 log (UFC/g), microrganismos oriundos das superfícies desses frutos. Ao longo da fermentação das sementes de cupuaçu, a população de leveduras aumentou, sendo observado contagens de 7,9 a 5,7 log (UFC/g) após 24 e 144 horas de fermentação, respectivamente. A maior contagem de leveduras foi de 9 log (UFC/g), observada após 96 horas de fermentação seguida de redução da população de leveduras.

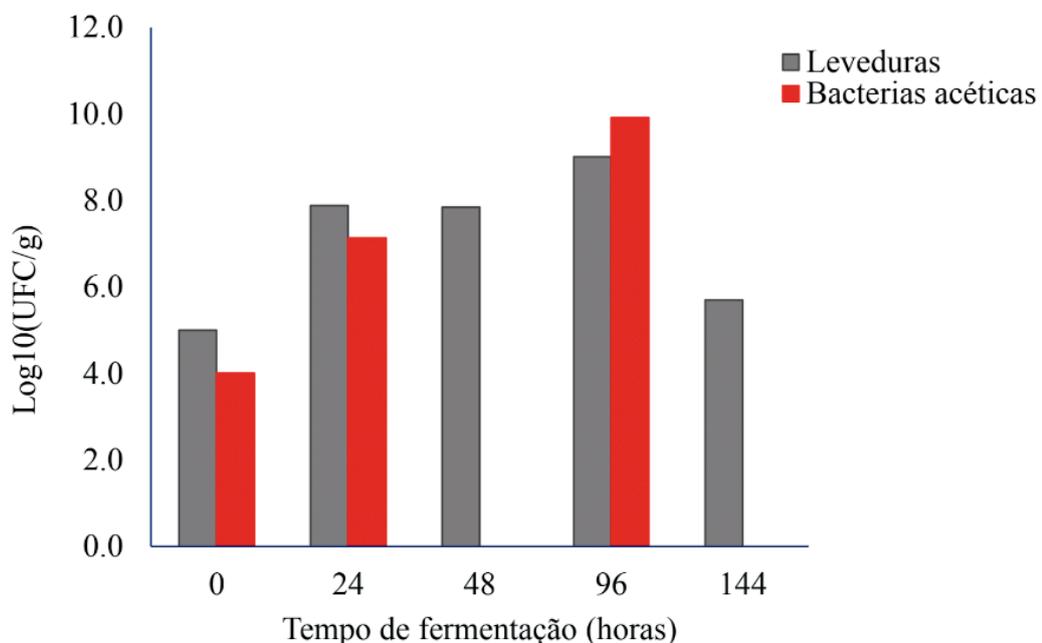


Figura 2. Crescimento de leveduras e bactérias acéticas durante a fermentação das sementes e amêndoas de cupuaçu.

As contagens de bactérias acéticas foram realizadas nos tempos 0, 24 e 96 horas e os resultados obtidos variaram de 4 a 9,9 log (UFC/g). O aumento dos níveis de oxigênio

(ar) provocado pelo revolvimento da massa e a elevação da temperatura (acima de 35°C) dentro das caixas de fermentação ficam ideais para o crescimento de bactérias acéticas (FERREIRA et al., 2013). No presente estudo, a baixa quantidade de sementes e polpa criaram condições aeróbicas logo no início da fermentação, auxiliando no crescimento desses microrganismos. Ho et al. (2018) pesquisando a contribuição das bactérias ácido lácticas e acéticas para fermentação do cacau, observaram que após 72 horas de fermentação as contagens bacterianas diminuem para níveis indetectáveis e que dependendo da época na qual a fermentação ocorre, esse declínio pode acontecer em até 48 horas, o que não ocorreu com a fermentação das sementes de cupuaçu.

Serra et al. (2017) observaram contagens de leveduras menores a esse estudo em fermentações de cacau, obtendo uma população máxima de leveduras de 4,8 log (UFC/g) no estado do Pará. Além da produção de etanol, as leveduras são importantes porque melhoram as condições da fermentação para o crescimento das bactérias, causando o aumento dos valores de pH e degradando a polpa do fruto, o que provoca o aumento do oxigênio em contato com massa (FERREIRA et al., 2013).

Nesse estudo, a quantificação de bactérias lácticas não foi realizada porque não houve crescimento de colônias características dessas bactérias. O sistema de fermentação das sementes de cupuaçu utilizado no presente estudo foi realizado em Erlenmeyer (escala de laboratório) e em condições de temperatura controladas em estufa. As condições assépticas utilizadas nesse sistema reduziram o crescimento de alguns microrganismos, o que justifica a ausência de bactérias lácticas.

Após a quantificação, um total de 11 cepas de leveduras (tabela 2) e 7 cepas suspeitas de serem bactérias acéticas (tabela 4) foram isoladas com halos de coloração marrom, indicando a secreção de beta-glicosidases necessária para produção de aromas na fermentação das sementes de cupuaçu.

Candida, *Saccharomyces* e *Pichia* foram os três gêneros de leveduras identificados e diferenciados com base nas características bioquímicas. O percentual de isolados obtidos foi de 45,5% de cepas de *Candida*, 45,5% de *Pichia* e 1,1% de *Sacharomyces*.

ID	Carboidratos (2%)					Citrato	Gêneros
	Rafinose	Sacarose	Maltose	Manitol	Glicose		
1	-	+	-	+	+	+	<i>Candida</i>
2	-	-	-	+	+	-	<i>Candida</i>
3	-	-	-	+	+	+	<i>Candida</i>
4	-	+	-	+	+	-	<i>Candida</i>
5	-	-	-	+	+	-	<i>Candida</i>
6	+	-	-	-	+	+	<i>Sacharo-myces</i>
7	-	+	-	-	+	-	<i>Pichia</i>
8	-	-	-	-	+	-	<i>Pichia</i>
9	-	-	-	-	+	-	<i>Pichia</i>

10	-	-	-	-	+	-	<i>Pichia</i>
11	-	-	-	-	+	-	<i>Pichia</i>

Tabela 2 - Capacidade de crescimento na presença de carboidratos e assimilação do citrato.

O gênero *Candida* apresenta uma boa capacidade de crescer na presença de manitol, porém não cresce na presença de rafinose. Assim, as cepas que apresentaram essas características foram identificadas como pertencentes a esse gênero, diferente do gênero *Pichia* que não cresce na presença de manitol e rafinose. O gênero *Sacharomyces* é um dos poucos gêneros que cresce na presença de rafinose, sendo uma característica particular desse grupo (MIDDELHOVEN, 2002).

Os gêneros *Candida*, *Pichia* e *Sacharomyces* identificados neste estudo são muito encontrados em frutas. Essas leveduras fermentam bem a glicose, sacarose e maltose, são tolerantes a condições normais de fermentação (5% de etanol e crescimento em temperaturas de 25°C) e também produtoras de beta-glicosidases. Essas cepas podem ser utilizadas na fermentação alcoólica de produtos alimentícios, como pães, vinhos e cervejas (SOARES et al., 2011).

Considerando isso, as cepas foram testadas quanto à tolerância a diferentes concentrações de etanol e temperaturas (tabela 3). Um percentual de 81,8% e 63,6% das cepas obtidas crescem na presença de 10 e 15% de etanol, respectivamente, o que mostra a resistência dessas cepas a esse composto. Isso é interessante porque durante as fermentações alcoólicas de polpas de frutas, as leveduras podem permanecer mais tempo na fermentação e produzir mais etanol. Todas as leveduras cresceram a 5% de etanol e em temperatura de 25°C, no entanto não cresceram a 45°C, demonstrando sensibilidade a altas temperaturas.

ID	Etanol			Temperatura	
	5%	10%	15%	25°C	45°C
1	+	+	-	+	-
2	+	-	-	+	-
3	+	+	+	+	-
4	+	+	+	+	-
5	+	-	-	+	-
6	+	+	-	+	-
7	+	+	+	+	-
8	+	+	+	+	-
9	+	+	+	+	-
10	+	+	+	+	-
11	+	+	+	+	-

Tabela 3 – Teste de tolerância de leveduras a concentrações de etanol e diferentes temperaturas

Quanto à identificação de bactérias acéticas, os resultados apontam um percentual de 85,6% (n=6) pré-identificados como gênero *Acetobacter* e *Gluconobacter*, e apenas 1 cepa (14,4%) foi identificada como gênero *Frauteria*. No entanto, mais testes são necessários para uma identificação mais precisa.

ID	Arabinose	Xilose	Oxidação de etanol	Citrato	Gênero
1	-	-	+	-	<i>Acetobacter</i>
2	-	-	+	-	<i>Acetobacter</i>
3	-	-	+	+	<i>Acetobacter</i>
4	-	-	-	-	<i>Gluconobacter</i>
5	+	+	-	-	<i>Frauteria</i>
6	-	-	-	-	<i>Gluconobacter</i>
7	-	-	-	-	<i>Gluconobacter</i>

Tabela 4 – Identificação bioquímica das cepas de bactérias acéticas.

O gênero *Acetobacter* apresenta como característica a oxidação de etanol a ácido acético, o que foi observado durante o crescimento no Ágar glicose, extrato de levedura e carbonato de cálcio acrescido de etanol e ácido acético. A presença de halos transparentes ao redor da colônia mostra que houve a produção de ácido que neutralizou o carbonato de cálcio presente no meio. Enquanto que, o gênero *Gluconobacter* não oxidou o etanol, não sendo observado halos transparentes ao redor da colônia (KADERE et al., 2008). O gênero *Frauteria* cresce na presença de carboidratos, como, arabinose e xilose, porém, não oxida o etanol (BERGEY's, 1994).

As bactérias acéticas *Acetobacter*, *Gluconobacter* e *Frauteria* identificadas neste estudo estão presentes em flores, frutos, insetos e outros. Como a fermentação foi conduzida em escala de laboratório, as sementes não tiveram contato com insetos, sendo essas bactérias oriundas dos frutos. Esses microrganismos são importantes para a fermentação, pois o ácido acético produzido consegue penetrar no interior das sementes, matando o gérmen. Assim, a semente perde seu poder de germinar e transforma-se, então, em amêndoa (FERREIRA et al., 2013).

4 | CONCLUSÃO

A identificação de leveduras e bactérias acéticas durante a fermentação das sementes de cupuaçu, bem como da produção de ácidos, mostram que o sistema teve um bom funcionamento. No entanto, a quantidade baixa de sementes interferiu no crescimento de bactérias lácticas provocando apenas uma fermentação parcial, e consequentemente influenciou na qualidade das amêndoas obtidas. Outro estudo utilizando esses microrganismos em condições controlados precisa ser realizado ampliando a escala de

fermentação a fim de se obter mais informações sobre a dinâmica de crescimento desses microrganismos durante a fermentação das sementes.

REFERÊNCIAS

- AOAC INTERNATIONAL. **Official methods of analysis**. 16^a ed., 3^a rev. Gaithersburg: Published by AOAC International. v.2, cap. 32, p.1-43, 1997.
- ARDHANA, M. M.; FLEET, G. H. The microbial ecology of cocoa bean fermentations in Indonesia. **International Journal of Food Microbiology**, v. 86, p.87– 99, 2003.
- BERGEY`S. **Manual of Determinative Bacteriology**. 9th ed. Williams & Wilkins, 1994, Baltimore. 787 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 01 de 07 de janeiro de 2000. Aprovar o Regulamento Técnico Geral para a fixação dos padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta. Diário Oficial da União, 10 jan. 2000.
- CAMU, N. et al. Fermentation of cocoa beans: influence of microbial activities and polyphenol concentrations on the flavour of chocolate. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v.88, p. 2288–2297, 2008.
- CARVALHO, J.E. U, MULLER, C.H, ALVES, R.M, NAZARÉ, R.F.R. Comunicado técnico – Cupuaçuzeiro, Belém, PA, 2004. Disponível em <<http://www.sifloresta.ufv.br>>. Acesso em 18 de jun. 2016.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária). Cupuaçuzeiro. Disponível em <<https://www.embrapa.br>>. Acesso em 20 de jun. 2016.
- FERREIRA, A. C. R. et al. **Guia de Beneficiamento de Cacau de Qualidade**. Instituto Cabruca. Ilhéus, Bahia: 2013.
- GARCIA, I. P. **Enzimas produzidas durante os diferentes estágios de fermentação das sementes de cupuaçu (Theobroma grandiflorum (Willdenow ex Sprengel) Schumann)**. 2006. Mestrado em Ciência de Alimentos. Universidade Federal do Amazonas. 108f.
- Ho, V. T. T. et al. Unravelling the contribution of lactic acid bacteria and acetic acid bacteria to cocoa fermentation using inoculated organisms. **International Journal of Food Microbiology**, 279, 43–56, 2018.
- JESPERSEN, L. et. al. Occurrence and diversity of yeasts involved in fermentation of West African cocoa beans. **Yeast Research**, v. 5, p. 441–453, 2005.
- KURTZMAN C. P. et al. **Methods for Isolation, Phenotypic Characterization and Maintenance of Yeasts**. In: Kurtzman C. P.; Fell, J. W.; Boekhout, T (Eds). *Yeasts, a Taxonomy study*. 2011.
- LANNES, S. C. S.; MEDEIROS, M. L. Processamento de achocolatado de cupuaçu por spray-dryer. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. São Paulo, vol. 39, jan/mar, 2003.
- LANNES, S. C. S.; MEDEIROS, M. L.; AMARAL, R. L. Formulação de “chocolate” de cupuaçu e reologia do produto líquido. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 38, n. 4, 2002.
- LEAL JUNIOR, G. A. et al. Fermentation of cacao (*Theobroma cacao* L.) seeds with a hybrid *Kluyveromyces marxianus* strain improved product quality attributes. **Yeast Research**, v. 8, p. 788–798, 2008.
- MARTINS, J. M. et al. 2012. Melhoria da Qualidade de Cacau. Ilhéus. CEPLAC/CENEX. 45p.

MIDDELHOVEN, W. J. Identification of Yeasts Present in Sour Fermented Foods and Fodders. **Molecular Biotechnology**. v. 21. 2002.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO-MEC. Cupuaçu. Cartilha temática. 2007.

NAZARETH, R. F. R. **Produtos agroindustriais de bacuri, cupuaçu, graviola e açaí, desenvolvidos pela Embrapa Amazônia Oriental**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2000, 27p.

OTTERER, M.; ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Manole: v.1, 2006.

PASTORE, G. M.; BICAS, J. L.; MAROSTICA JUNIOR, M. R. **Biotecnologia de Alimentos**. São Paulo: Atheneu, v. 12, 2013.

PEREIRA, G. V. M. et al. Spontaneous cocoa bean fermentation carried out in a novel-design stainless steel tank: Influence on the dynamics of microbial populations and physical–chemical properties. **International Journal of Food Microbiology**, v. 161, p. 121–133, 2013.

PÉREZ, G. et al. A quick screening method to identify β -glucosidase activity in native wine yeast strains: Application of Esculin Glycerol Agar (EGA) medium. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, n. 27, v. 1, p. 47–55, 2011.

RODRIGUEZ-CAMPOS, J. et al. Effect of fermentation time and drying temperature on volatile compounds in cocoa. **Food Chemistry**, v. 132, p. 277–288, 2012.

SERRA, J. S. et al. **Quantificação de leveduras associadas a fermentações de cacau no estado do Pará**. 2016. In: Anais do XXV Congresso Brasileiro de Ciência. Gramado: RS, 2016.

SOARES, U. J. O. et al. Detecção e identificação de leveduras em sucos de laranja natural comercializados. **Alimentos e Nutrição**. v. 22, n. 44, 2011.

KADERE, T. T. et al. Isolation and identification of the genera *Acetobacter* and *Gluconobacter* in coconut toddy (mnazi). **African Journal of Biotechnology**, v. 7, n. 16, p. 2963–2971, 2008.

EFEITO DO USO DE EXTRATO DE *Eucalyptus* sp. NO MANEJO DE ORDENHA SOBRE A QUALIDADE DO LEITE CRU REFRIGERADO

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 03/04/2020

Stela Maris Meister Meira

Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSUL)

Bagé – RS

<http://lattes.cnpq.br/8307184361863019>

Gabriela Soares Martin

Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSUL)

Bagé – RS

<http://lattes.cnpq.br/3957775752298745>

Roger Junges da Costa

Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSUL)

Bagé – RS

<http://lattes.cnpq.br/8522320425539743>

Mônica Daiana de Paula Peters

Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSUL)

Pelotas – RS

<http://lattes.cnpq.br/8769373816455770>

RESUMO: O correto manejo de ordenha é fundamental para garantir a qualidade do leite cru obtido, sendo essenciais as etapas de pré e pós-dipping. Neste trabalho, o extrato de *Eucalyptus* sp. foi testado como alternativa ao iodo para uso nestas etapas. Assim, três propriedades leiteiras do município de Hulha Negra (RS) denominadas A, B e C participaram

deste estudo por um período de 6 meses, dividido em duas etapas. No primeiro período, os produtores foram orientados a aplicar iodo comercial para desinfecção dos tetos e, no segundo período, utilizaram extrato de eucalipto para o pré-dipping e o extrato acrescido de goma de linhaça como solução pós-dipping. Amostras mensais do leite cru refrigerado produzido foram coletadas e analisadas. Os resultados obtidos para a contagem padrão em placas não diferiram significativamente comparando-se as soluções de iodo e eucalipto. As amostras revelaram número de coliformes totais superior ao de coliformes termotolerantes, oscilando entre os meses avaliados. Com relação à acidez, todas as amostras apresentaram médias elevadas quando empregada a solução de iodo. Já com o uso do extrato de eucalipto, o leite cru das propriedades A e C adequaram-se a faixa de acidez estabelecida pela legislação brasileira e apresentaram maior estabilidade ao alizarol. O intervalo de densidade encontrado em todas as amostras esteve em conformidade com a legislação. Os percentuais de gordura, sólidos totais e sólidos não gordurosos não diferiram significativamente ao comparar o uso de iodo e extrato de eucalipto. Com relação a contagem de células somáticas, a aplicação do extrato de eucalipto na propriedade B refletiu em médias

geométricas significativamente inferiores aquelas obtidas quando houve o emprego do iodo. Contudo, o uso do extrato de eucalipto na desinfecção dos tetos foi capaz de manter a qualidade do leite cru refrigerado com efeito similar ao iodo comercial.

PALAVRAS-CHAVE: eucalipto; linhaça; desinfecção de tetos.

EFFECT OF *Eucalyptus* sp. EXTRACT IN MILKING MANAGEMENT ON THE QUALITY OF RAW REFRIGERATED MILK

ABSTRACT: The correct milking management is essential to guarantee the quality of the raw milk obtained, being essential the pre- and post-dipping stages. In this work, the extract of *Eucalyptus* sp. was tested as an alternative to iodine for use in these steps. Thus, three dairy farms of Hulha Negra (RS) called A, B and C participated in this study for a period of 6 months, divided into two stages. In the first period, the producers were instructed to apply commercial iodine to disinfect the ceilings and, in the second period, they used eucalyptus extract for pre-dipping and the extract plus linseed gum as a post-dipping solution. Monthly raw milk samples were collected and analyzed. The results obtained for the standard plate count did not differ significantly when comparing the iodine and eucalyptus solutions. The samples revealed a higher number of total coliforms than thermotolerant coliforms, oscillating between the months evaluated. Regarding acidity, all samples showed high averages when using the iodine solution. With the use of eucalyptus extract, raw milk from properties A and C adapted to the range of acidity established by Brazilian legislation and showed greater stability to alizarol. The density range found in all samples was in compliance with the legislation. The percentages of fat, total solids and non-fat solids did not differ significantly when comparing the use of iodine and eucalyptus extract. With regard to somatic cell count, the application of eucalyptus extract on property B reflected geometric means significantly lower than those obtained when iodine was used. However, the use of eucalyptus extract to disinfect ceilings was able to maintain the quality of chilled raw milk with an effect similar to commercial iodine.

KEYWORDS: eucalyptus; linseed; disinfection of ceilings.

1 | INTRODUÇÃO

O leite cru refrigerado é a matéria prima base da cadeia produtiva dos lácteos. Sua qualidade não é apenas uma necessidade industrial ou vantagem competitiva, é uma questão legal que implica na saúde pública, na remuneração do produtor, na sobrevivência da atividade e é condição essencial para comercialização de produtos lácteos (RODRIGUES et al., 2013).

A observação das boas práticas de manejo do gado e a adoção da ordenha higiênica são medidas que elevam a qualidade do leite cru refrigerado. A desinfecção dos tetos pré e pós-ordenha, também chamada de pré e pós-dipping, auxilia no controle de doenças, como

a mastite, e contribui para a melhoria de parâmetros físico-químicos e microbiológicos do leite produzido (BARBOSA; PETERS, 2010; SANTOS; FONSECA, 2019).

Entre os produtos químicos mais utilizados para esta finalidade estão os compostos à base de iodo, cloro ou clorexidina. Apesar da eficácia antimicrobiana comprovada, concentrações inadequadas destes produtos podem deixar resíduos no leite e ressecar a pele delicada da superfície dos tetos, causando lesões. Além disso, elevam o custo da produção leiteira (FOLDENAUER, 2016).

O uso de extratos vegetais pode ser uma alternativa para a substituição de agentes químicos aplicados durante a ordenha. Eles são naturais e de fácil acesso aos produtores, pois nascem espontaneamente em suas próprias localidades. Com isso, pequenas propriedades podem obter maior rentabilidade, além de prevenir a contaminação do leite e do meio ambiente (GARCIA, 2001; SANTOS et al., 2013).

A Emater/RS-Ascar, instituição oficial de extensão rural no estado, sugere o uso de tintura/alcoolatura das seguintes plantas com propriedades desinfetantes e antissépticas para uso na ordenha: erva-de-bagre, alecrim, picão preto, erva-de-bicho, macela, carqueja, aroeira vermelha, guanxuma, erva lanceta e eucalipto (EMATER, 2014).

Diversos estudos relatam a ação antimicrobiana *in vitro* destas plantas, especialmente eucalipto (CASTRO; LIMA, 2010; FURTADO et al., 2011; MOTA et al., 2015; CARDOSO et al., 2019). Entretanto, há poucos estudos que comprovem a eficácia do seu uso com experimentos a campo. Neste sentido, o presente trabalho objetivou analisar a influência da aplicação de soluções alcoólicas de eucalipto na desinfecção pré e pós-dipping em comparação a uma solução de iodo comercial sobre parâmetros físico-químicos e microbiológicos do leite cru refrigerado produzido em pequenas propriedades do município de Hulha Negra-RS.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Amostragem

Participaram do estudo três pequenas propriedades leiteiras, com média de quinze animais em lactação, localizadas no município de Hulha Negra-RS, denominadas de A, B e C.

O período de realização dos experimentos foi de 6 meses, dividido em duas etapas. Na primeira etapa (3 primeiros meses), os produtores realizaram a ordenha higiênica diária utilizando solução de iodo comercial (Biofor, Chemitec, São Paulo) diluída conforme as recomendações do fabricante. No segundo momento (últimos 3 meses), os produtores foram orientados para o uso diário, em sua rotina de ordenha, das soluções preparadas com o extrato de eucalipto em substituição ao iodo comercial.

Foram coletadas amostras de leite cru a partir dos tanques resfriadores, uma vez

por mês, totalizando 12 amostras de cada propriedade. As amostras foram coletadas em frascos estéreis e, posteriormente, conduzidos em caixas isotérmicas contendo gelo reciclável para os laboratórios e realizadas as análises microbiológicas e físico-químicas. Para a análise de Contagem de Células Somáticas (CCS), foram utilizados frascos contendo em seu interior uma pastilha do conservante bronopol.

2.2 Preparo do extrato de eucalipto

As folhas de eucalipto foram colhidas nas próprias propriedades rurais envolvidas no estudo. As soluções foram preparadas junto aos produtores como forma de treinamento, sendo fornecida uma cartilha com instruções simples para uso.

Para o preparo da alcoolatura, 200 g de folhas de eucalipto foram maceradas e misturadas a 1 L de álcool etílico a 70%, conforme recomendação da EMATER (2014). Esse extrato concentrado foi deixado em infusão por 8 dias, sendo agitado duas vezes ao dia e posteriormente filtrado para frasco âmbar.

No momento do uso, 100 mL da alcoolatura foram misturados com 900 mL de água previamente fervida, denominada de solução hidroalcoólica pré-dipping.

A solução pós-dipping foi elaborada misturando-se goma extraída de linhaça marrom adquirida comercialmente com o extrato concentrado das folhas de eucalipto (alcoolatura). Para isso, 3 colheres de sopa de linhaça (aproximadamente 25 gramas) foram fervidas em 1 L de água, até obter um aspecto viscoso. Após filtragem, a goma de linhaça foi armazenada em geladeira. No momento de uso, 180 mL foram misturados da goma com 20 mL da alcoolatura, resultando na solução selante pós-dipping (EMATER, 2014).

2.3 Análises microbiológicas

A contagem padrão em placas (CPP) e o Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes foram realizadas segundo as metodologias da Instrução Normativa nº 62/2003 (BRASIL, 2003) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Essas análises foram realizadas no laboratório de Microbiologia do Instituto Federal Sul-rio-grandense câmpus Bagé.

2.4 Análises físico-químicas

As análises de alizarol, acidez, densidade, gordura, sólidos totais (ST) e sólidos não gordurosos (SNG) foram realizadas em triplicata de acordo com os métodos analíticos oficiais físico-químicos para controle de leite e produtos lácteos (BRASIL, 2006). Essas análises foram realizadas no laboratório de Bromatologia do Instituto Federal Sul-rio-grandense câmpus Bagé.

2.5 Contagem de células somáticas

As análises para contagem de células somáticas (CCS) foram realizadas no laboratório de Qualidade do Leite da Embrapa Clima Temperado (Pelotas – RS) pelo método de citometria de fluxo (BENTLEY, 1998) utilizando o equipamento eletrônico Somacount 300 (Bentley Instruments).

2.6 Análise estatística

Os resultados foram expressos como média e desvio padrão. Foi feita uma comparação entre os resultados obtidos pelo uso de iodo comercial e pelo uso do extrato de eucalipto, avaliando-os estatisticamente por análise de variância (ANOVA) e teste T com nível de significância de 5% utilizando o software Sisvar 5.6.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras de leite cru refrigerado coletadas nas propriedades A, B e C revelaram contagem padrão em placas (CPP) com média geométrica entre 4,16 a 4,84 log UFC/mL (Tabela 1).

Soluções utilizadas na desinfecção dos tetos	Propriedade A	Propriedade B	Propriedade C
Iodo comercial	4,84 ± 0,69 ^a	4,70 ± 0,27 ^a	4,74 ± 0,10 ^a
Extrato de eucalipto	4,35 ± 0,08 ^a	4,25 ± 0,27 ^a	4,16 ± 0,25 ^a

Tabela 1–Média geométrica da contagem padrão em placas (log UFC/mL) das amostras de leite cru das propriedades A, B e C, comparando o uso de iodo comercial com extrato de eucalipto durante a ordenha.

Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente entre si ($p > 0,05$) pelo teste T.

Todos os valores de CPP encontrados no presente estudo estão em conformidade com a legislação vigente para leite cru refrigerado, que preconiza o limite máximo de 3×10^5 UFC/mL, ou seja, 5,48 log UFC/mL como média geométrica sobre um período de três meses consecutivos e ininterruptos, com no mínimo uma amostra mensal de cada tanque (BRASIL, 2018).

Kehl et al. (2019) avaliaram o uso de extrato alcóolico da planta carqueja (*Bacharis trimera*) como alternativa para a limpeza e sanitização diária dos equipamentos de ordenha em comparação a um detergente alcalino químico comercial. Como resultados, os autores obtiveram valores de CPP ou Contagem Bacteriana Total (CBT) em níveis inferiores ao que preconiza a legislação vigente, de forma similar ao produto comercial.

No presente trabalho, as menores contagens bacterianas foram obtidas quando

houve a aplicação do extrato de eucalipto durante a ordenha, porém não variaram significativamente das médias obtidas quando o iodo comercial foi utilizado. Estes resultados estão de acordo com Foldenauer (2016), que empregou a mesma solução preparada com extrato de eucalipto e linhaça, utilizada neste estudo na pós-ordenha, mostrando-se eficiente para reduzir a contagem bacteriana total da superfície dos testos dos animais testados, com o mesmo desempenho do iodo comercial.

No regulamento técnico para leite cru refrigerado não estão previstas análises para coliformes totais ou termotolerantes. Porém, foram avaliados neste estudo visto que os coliformes totais são considerados micro-organismos indicadores de contaminação e, quando encontrados no leite, denunciam problemas higiênico-sanitários na sua obtenção. Já os coliformes termotolerantes são grupos ou espécies de micro-organismos que quando estão presentes, fornecem informações sobre a ocorrência de contaminação de origem fecal e a provável presença de micro-organismos patogênicos, visto que têm como principal representante a *Escherichia coli* (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Na Tabela 2, estão apresentados os resultados obtidos para coliformes totais, os quais oscilaram especialmente para as amostras da propriedade A, variando de 4 a >1100 NMP/mL. De forma geral, as amostras coletadas nas propriedades B e C, após aplicação do extrato de eucalipto, revelaram os menores números de coliformes totais, entre 4 a 240 NMP/mL.

Propriedade	Soluções utilizadas na desinfecção dos tetos	Resultados expressos em NMP/mL		
		1º mês	2º mês	3º mês
A	Iodo	>1100	4	430
	Extrato de eucalipto	240	>1100	6
B	Iodo	24	460	460
	Extrato de eucalipto	240	43	4
C	Iodo	>1100	>1100	240
	Extrato de eucalipto	93	23	9

Tabela 2 – Resultados obtidos para coliformes totais presentes nas amostras de leite cru refrigerado (NMP/mL) das propriedades A, B e C, comparando o uso de iodo comercial com extratos de eucalipto durante a ordenha.

Os resultados obtidos para a análise de coliformes termotolerantes estão apresentados na Tabela 3.

Propriedade	Soluções utilizadas na desinfecção dos tetos	Tempo (meses)		
		1º mês	2º mês	3º mês
A	Iodo	<3	<3	9
	Extrato de eucalipto	<3	4	<3
B	Iodo	9	43	23
	Extrato de eucalipto	<3	9	<3
C	Iodo	9	24	23
	Extrato de eucalipto	<3	4	<3

Tabela 3 - Coliformes termotolerantes presentes nas amostras de leite cru refrigerado (NMP/mL) das propriedades A, B e C, comparando o uso de iodo comercial com extrato de eucalipto durante a ordenha.

Independentemente do tipo de solução desinfetante empregado, é possível observar que as amostras oriundas da propriedade A apresentaram menores índices de contaminação por este grupo microbiano, com números abaixo do limite de detecção do método em dois meses (Tabela 3). Enquanto que as amostras provenientes das propriedades B e C revelaram resultados semelhantes para os coliformes termotolerantes nos diferentes meses de avaliação variando entre <3 a 43 NMP/mL, denotando menores valores após aplicação do extrato de eucalipto.

Lopes et al. (2018) afirmam que contaminação por coliformes >1100 NMP/mL é indicativo de deficiências de higiene nos manejos pré e pós-ordenha. Neste sentido, as amostras A e C apresentaram esta condição em dois meses avaliados para coliformes totais, demonstrando a necessidade de aplicação das soluções desinfetantes não apenas na superfície dos tetos, mas também em utensílios, latões e outros materiais utilizados durante a ordenha, além dos tanques de refrigeração.

Os resultados das análises físico-químicas estão apresentados na Tabela 4. Em relação à acidez titulável, não houve diferença significativa entre os valores médios da acidez comparando-se as soluções empregadas na ordenha. Entretanto, a redução da acidez observada após aplicação do extrato de eucalipto resultou em adequação aos valores estabelecidos pela legislação, os quais devem estar entre 0,14 a 0,18 g de ácido láctico/100 mL de leite cru, para as propriedades A e C (BRASIL, 2018). Além disso, houve aumento da estabilidade ao alizarol quando o extrato de eucalipto foi empregado. Contudo, a propriedade B revelou resultados inaceitáveis de acidez e instabilidade ao alizarol, independentemente das soluções empregadas para desinfecção dos tetos.

Os resultados de acidez titulável (pesquisa exata do grau de acidez) e da prova do alizarol (determinação rápida e aproximada da acidez do leite) correlacionam-se com a carga microbiana das amostras. De forma geral, após aplicação do extrato de eucalipto, houve redução da CPP e de coliformes nas amostras de leite cru refrigerado, bem como

diminuição de acidez e aumento da estabilidade ao alizarol.

Parâmetros físico-químicos	Soluções utilizadas na superfície dos tetos	Propriedades		
		A	B	C
Acidez (g ácido láctico/100 mL de leite)	Iodo	0,21 ± 0,04 ^a	0,20 ± 0,02 ^a	0,21 ± 0,02 ^a
	Extrato de eucalipto	0,15 ± 0,01 ^a	0,19 ± 0,01 ^a	0,17 ± 0,00 ^a
Alizarol 72%	Iodo	Instável em dois meses alternados	Instável no primeiro mês de análises	Instável em dois meses consecutivos
	Extrato de eucalipto	Estável nos três meses analisados	Instável no segundo mês de análises	Estável nos três meses analisados
Gordura (%)	Iodo	4,3 ± 1,0 ^a	3,7 ± 1,0 ^a	2,7 ± 0,3 ^a
	Extrato de eucalipto	4,6 ± 0,3 ^a	3,8 ± 0,9 ^a	2,5 ± 0,5 ^a
Sólidos Totais (%)	Iodo	13,6 ± 2,5 ^a	12,1 ± 1,4 ^a	10,7 ± 0,6 ^a
	Extrato de eucalipto	13,1 ± 0,5 ^a	11,8 ± 0,8 ^a	10,5 ± 0,9 ^a
Sólidos não gordurosos (%)	Iodo	9,2 ± 1,4 ^a	8,3 ± 0,4 ^a	8,0 ± 0,3 ^a
	Extrato de eucalipto	8,5 ± 0,3 ^a	8,4 ± 0,1 ^a	8,0 ± 0,4 ^a

Tabela 4 - Média dos resultados das análises físico-químicas das amostras de leite cru refrigerado das propriedades A, B e C, comparando o uso de iodo comercial com extrato de eucalipto durante a ordenha.

Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente entre si ($p > 0,05$) pelo teste T para cada parâmetro analisado.

Os valores obtidos para o parâmetro densidade (dados não mostrados) variaram de 1,029 a 1,032 em conformidade com a faixa estabelecida pela legislação brasileira de 1,028 g/mL a 1,034g/mL (BRASIL, 2018).

Quanto ao teor de gordura, as amostras de leite dos produtores A e B apresentaram valores médios de 4,56 e 3,73 g/100g, respectivamente, não havendo uma diferença significativa quanto ao uso de iodo e a aplicação do extrato, estando de acordo com o teor mínimo exigido pela legislação que é de 3,0 g/100g (Tabela 4). Porém, as amostras coletadas na propriedade C revelaram resultados abaixo do teor mínimo pela legislação, correlacionando-se aos maiores valores de densidade encontrados. Segundo Tronco (2010), a variação do percentual de gordura no leite está ligada especialmente à raça, à alimentação do animal e ao período de lactação. Em suma, as soluções empregadas para desinfecção dos tetos não influenciaram este parâmetro.

O teor de sólidos totais (ST) foi superior a 11,4 g/100 g para as amostras coletadas nas propriedades A e B (Tabela 4), conforme exige a legislação (BRASIL, 2018). Enquanto que o teor de sólidos não gordurosos (SNG) revelou valores médios adequados à legislação (mínimo de 8,4 g/100 g) para a propriedade A. Já a propriedade B, revelou média aceitável de SNG com a aplicação do extrato de eucalipto. Enquanto que a amostra C apresentou

valores de ST e SNG inferiores aos padrões da legislação vigente, podendo ser explicado pelos baixos teores de gordura e possivelmente proteína. Todavia, os teores de ST e SNG do leite cru refrigerado das três propriedades não diferiram significativamente ao serem comparadas as soluções de iodo e extrato de eucalipto aplicadas durante a ordenha.

Por fim, a contagem de células somáticas (CCS) das amostras de leite cru refrigerado indicou efeito similar para as soluções de iodo e extrato de eucalipto aplicadas na superfície dos tetos dos rebanhos, quando consideradas as propriedades A e C (Figura 1). A propriedade B apresentou CCS significativamente inferior quando aplicado o extrato de eucalipto na superfície dos tetos dos animais.

As propriedades B e C demonstraram médias geométricas de CCS abaixo do limite máximo da legislação, que é de 500.000 células somáticas/mL. No entanto, a propriedade A revelou certo nível de infecção da glândula mamária do rebanho, indicando possíveis casos de animais com mastite.

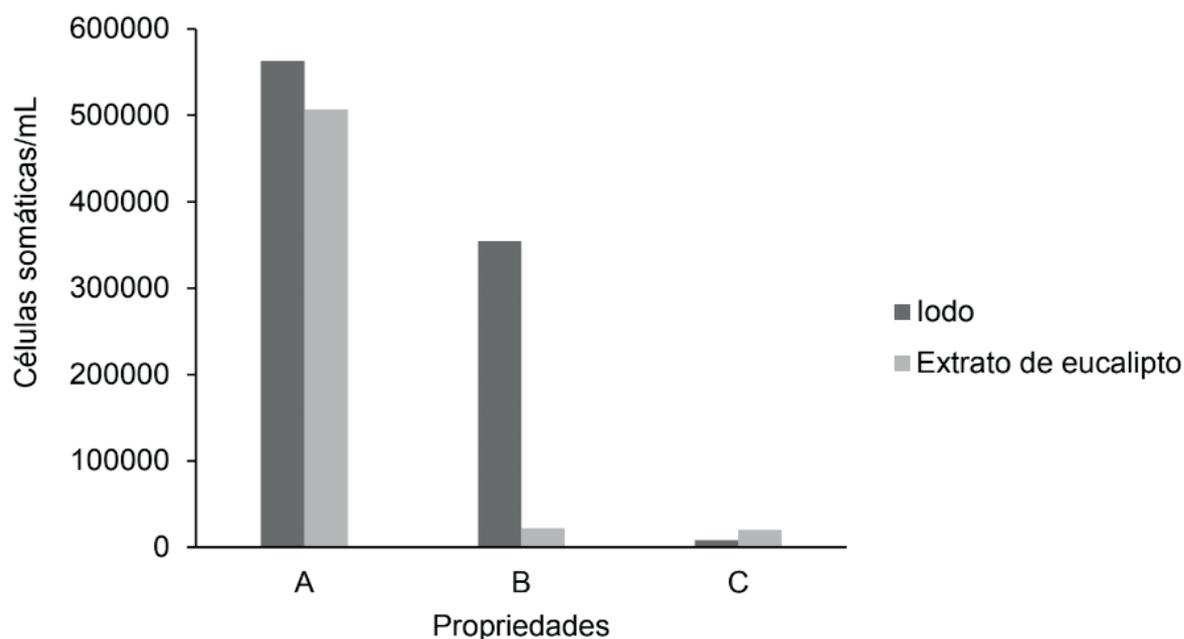


Figura 1 – Médias geométricas da contagem de células somáticas (expressa como células somáticas/mL) das amostras de leite cru refrigerado das propriedades A, B e C, comparando o uso de iodo comercial com extrato de eucalipto durante a ordenha.

Em experimentos *in vitro*, o extrato aquoso de *Eucalyptus globulus* foi capaz de inibir cepas bacterianas de *Staphylococcus aureus* (FURTADO et al., 2011), bem como o extrato hidroalcoólico de *Eucalyptus* sp. inibiu *S. aureus*, *Streptococcus agalactia* e *Pseudomonas aeruginosa* (SCHUCH et al., 2008). Além disso, o óleo essencial extraído do eucalipto apresentou atividade antimicrobiana superior à da clorexidina em relação à bactéria gram-positiva *S. aureus* e igual ação antimicrobiana para as bactérias gram-negativas *Escherichia coli* e *Proteus vulgaris* e para o fungo *Candida albicans* (MOTA et al., 2015).

Outros experimentos apontam atividade antimicrobiana frente a micro-organismos causadores de mastite de compostos presentes não apenas no eucalipto, mas também na linhaça utilizada na solução pós-dipping como selante de testos (KYSELKA et al., 2017; NOVELO; POLLONIO, 2011). Ainda, Kaithwaset al. (2011) sugeriram administração intramamária de óleo de linhaça para tratamento alternativo de mastite bovina devido a ação antimicrobiana comparável ao antibiótico cefoperazona.

4 | CONCLUSÃO

A utilização dos extratos de eucalipto na desinfecção pré e pós-dipping apresentou efeito similar a solução de iodo comercial, com destaque para os parâmetros CPP, acidez, estabilidade ao alizarol e CCS, nas propriedades estudadas.

Com isso, a aplicação de soluções pré e pós dipping preparadas com eucalipto e linhaça durante o manejo de ordenha constitui-se uma alternativa viável para os agricultores familiares, os quais foram instigados a seguirem essas práticas na sua produção leiteira.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, I. D. S.; PETERS, M. D. P. **Avanços na produção de bovinos de leite**. Pelotas: UFPEL, 2010.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado**. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Diário Oficial da União, Brasília, 26 nov. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62/2003. **Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água**. Diário Oficial da União (seção 1). Brasília, 18/09/2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. **Oficializa os métodos analíticos oficiais físico-químicos, para controle de leite e produtos lácteos, em conformidade com o anexo desta Instrução Normativa, determinando que sejam utilizados nos Laboratórios Nacionais Agropecuários**. Diário Oficial da União, Brasília, Seção 1, p. 8, 14 dez. 2006.

CASTRO, R. D.; LIMA, E. O. **Atividade antifúngica in vitro do óleo essencial de *Eucalyptus globulus* L. sobre *Candida* spp.** Revista de Odontologia da UNESP, v. 39(3), p. 179-184, 2010.

EMATER. **Uso de Plantas Medicinais no Rebanho Leiteiro**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2014.

FOLDENAUER, M. P. **Ação antisséptica do selante à base de extrato alcoólico de *Corymbia citriodora* utilizado pós-ordenha**. Monografia. Programa de Pós-graduação em Agricultura Familiar Camponesa e Educação no Campo. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2016.

FRANCO, B. D. G. de M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. Editora Atheneu: São Paulo, Rio de Janeiro, Ribeirão Preto, Belo Horizonte, 2008, p. 182.

FURTADO, J. M.; AMORIM, A. S.; FERNANDES, M. V. M; OLIVEIRA, M. A. S. **Atividade Antimicrobiana do Extrato Aquoso de *Eucalyptus globulus*, *Justicia pectoralis* e *Cymbopogon citratus* Frente a Bactérias de Interesse**. UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde, n. 17, v. 4, p. 233-237, 2015.

GARCIA, J. P. O.; LUNARDI, J. J. **Práticas alternativas de prevenção e controle das doenças de bovinos**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2001.

KAITHWAS, G; MUKERJEE, A.; KUMAR, P.; MAJUMDAR, D. K. **Linum usitatissimum (linseed/flaxseed) fixedoil: antimicrobial activity and efficacy in bovine mastites**. Inflammopharmacol, vol. 19, p. 45–52, 2011.

KEHL, A.; GUERRA, D.; LANZANOVA, M. E.; SILVA, D. M; SOUZA, E. L. BOHRER, R. E. G.; SENH, T. T. **Uso de detergente à base de carqueja (*Baccharis trimera*) como alternativa para a limpeza de equipamentos da ordenha**. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS), v.9, n.4, p.110-118, 2019.

KYSELKA, J.; RABIEJ, DRAGOUN, M.; KREPS, F.; BURČOVÁ, Z.; NĚMEČKOVÁ, I.; SMOLOVÁ, J.; BJELKOVÁ, M.; SZYDŁOWSKA CZERNIAK, A.; SCHMIDT, S.; ŠARMAN, L.; FILIP, V. **Antioxidant and antimicrobial activity of linseed lignin sand phenolic acids**. European Food Research Technology, v. 243, p. 1633–1644, 2017.

LOPES, A. V. L. **Micro-organismos indicadores e caracterização de Escherichia coli isoladas de leite cru refrigerado**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciência Veterinária. Recife, 2018.

MOTA, V.S.; TURRINI, R. N. T.; POVEDA, V. B. **Atividade antimicrobiana do óleo de *Eucalyptus globulus*, xilitol e papaína: estudo piloto**. Revista Escola de Enfermagem USP, v. 49, p. 216-220, 2015.

RODRIGUES, F.; CASTAGNA, A. A.; DIAS, M. T.; ARONOVICH, M. **Qualidade do leite e derivados: processos, processamento tecnológico e índices**. Pesagro-Rio. Programa Rio Rural: Manual Técnico 37, Niterói, RJ, 2013.

SANTOS, M.V.; FONSECA, L.F.L. **Controle da mastite e qualidade do leite - Desafios e Soluções**. Pirassununga-SP: Edição dos autores, 2019.

SANTOS, P. L.; PRANDO, M. B.; MORANDO, R.; PEREIRA, G. V. N.; KRONKA, A. Z. **Utilização de extratos vegetais em proteção de plantas**. Enciclopédia Biosfera, v. 9, n. 17, p. 2562-2576, 2013.

SCHUCH, L.F.D.; WIEST, J.M.; COIMBRA, H.S.; PRESTES, L.S.; TONI, L.; LEMOS, J. S. **Cinética da atividade antibacteriana in vitro de extratos naturais frente a micro-organismos relacionados a mastite bovina**. Ciência Animal Brasileira, v. 9, n. 1, p. 161-169, 2008.

TRONCO, V. M. **Manual de Inspeção da Qualidade do Leite**. Santa Maria: Editora UFSM, 2010.

FEIJÃO: IMPORTÂNCIA, QUALIDADE E COMPOSIÇÃO BIOQUÍMICA DAS SEMENTES E ESTRESSE OXIDATIVO

Data de aceite: 01/07/2020

Alegre, ES

Data de submissão: 03/04/2020

<http://lattes.cnpq.br/1183524198654764>

Nohora Astrid Vélez Carvajal

Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias / Departamento de Produção Vegetal
Alegre, ES
<http://lattes.cnpq.br/4828913001804439>

Patrícia Alvarez Cabanez

Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias / Departamento de Produção Vegetal
Alegre, ES
<http://lattes.cnpq.br/8924661816025303>

Liana Niyireth Valero Carvajal

Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias / Departamento de Produção Vegetal
Alegre, ES
<http://lattes.cnpq.br/6924276121210373>

Rodrigo Sobreira Alexandre

Universidade Federal do Espírito Santo/Centro de Ciências Agrárias e Engenharias/Departamento de Ciências Florestais e da Madeira
Jerônimo Monteiro-ES
<http://lattes.cnpq.br/5340049196888351>

José Carlos Lopes

Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias / Departamento de Produção Vegetal

RESUMO: O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), entre as leguminosas de grãos alimentícios, destaca-se como a espécie de maior importância para o consumo humano pelo seu grande valor nutricional, como uma importante fonte de proteínas, vitaminas e ferro, apresentando grande destaque na economia da América Latina, notadamente no Brasil. Com este trabalho visou-se a apresentar uma compilação de resultados obtidos por diversos autores sobre a importância da cultura do feijão, a relação entre a qualidade das sementes, sua composição bioquímica e o estresse oxidativo. Ao final das análises desta revisão observa-se o constante inter esse do entendimento destas relações; evidencia-se que a qualidade da semente é de vital importância para o estabelecimento e desenvolvimento das culturas, tendo relação direta com sua composição bioquímica; compreende-se que estas interações permitem a obtenção de tecnologias e ferramentas para entender e estabelecer mecanismos de resistência, produção, fiscalização e comércio de feijão.

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris* L.,

composição bioquímica, vigor, produção.

BEANS: IMPORTANCE, QUALITY AND BIOCHEMICAL COMPOSITION OF SEEDS AND OXIDATIVE STRESS

ABSTRACT: The bean (*Phaseolus vulgaris* L.), among the legumes of food grains, stands out as the species of greatest importance for human consumption for its great nutritional value, as an important source of proteins, vitamins and iron, presenting great latin american economy, notably in Brazil. This study aimed to present a compilation of results obtained by several authors on the importance of bean crop, the relationship between seed quality, its biochemical composition and oxidative stress. At the end of the analyses review, it is observed the constant interest of understanding these relationships; it is evident that the quality of the seed is of vital importance for the establishment and development of crops, having a direct relationship with its biochemical composition; it is understood that these interactions allow the obtaining of technologies and tools to understand and establish mechanisms of resistance, production, supervision and trade of beans.

KEYWORDS: *Phaseolus vulgaris* L., biochemical composition, germination, vigor, production.

1 | INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é entre as leguminosas de grão alimentícias, a espécie mais importante para o consumo humano pelo seu grande valor nutricional, pois é uma importante fonte de proteínas, vitaminas e ferro. Tem destaque importante na América Latina devido ser a zona com maior produção e consumo; para 2017 sua produção mundial foi de 31,4 milhões de toneladas das quais América Latina produziu 19%; desta percentagem só Brasil produziu 50% (FAO, 2019).

A cultura do feijão é cultivada em diferentes condições climáticas, socioambientais e econômicas, por pequenos e grandes produtores; pelas características de seu ciclo, é uma cultura apropriada para estabelecer desde sistemas agrícolas intensivos, altamente tecnificados, até aqueles com menor uso tecnológico, principalmente de subsistência (MAPA, 2011). Pela sua importância econômica e social se tem a necessidade constante de estudá-lo na procura de obter um produto de boa qualidade visando uma maior produtividade. No Brasil a produção de feijão é feita praticamente durante o ano inteiro, sendo a primeira época ou feijão “das águas”, responsável por 29% da área plantada, a segunda época (feijão “da seca”), responsável por 48,6% e a terceira época (feijão “de inverno”), responsável por 22,1% (EMATER, 2007).

Ao as plantas estar expostas a diversos fatores ambientais que podem levar a uma situação de estresse oxidativo, como excesso de luz, seca, alagamento, metais pesados, desbalanço de nutrientes, entre outros, desenvolveram mecanismos de defesa contra

os radicais livres formados nestes cenários. Estas condições adversas podem afetar negativamente sua germinação, crescimento, desenvolvimento e produção; pelo que existe um crescente interesse em compreender os processos envolvidos na resposta ao estresse oxidativo.

2 | METODOLOGIA

Para esta pesquisa seguiu-se uma metodologia baseada na revisão de publicações relacionadas com a cultura do feijão, sua importância sócio econômica, assim como parâmetros de qualidade das sementes, sua composição bioquímica e os efeitos do estresse oxidativo sobre a qualidade fisiológica das sementes e produção da cultura.

3 | RESULTADOS

Baseando-se nos dados obtidos com este estudo verificam-se a relevância e o destaque da cultura do feijão na agricultura brasileira, onde é cultivado em toda a extensão territorial, principalmente por pequenos produtores, exercendo um papel fundamental na geração de rendas e subsistência dos agricultores familiares, com uma produção próxima de três milhões de toneladas ano⁻¹. É uma cultura que apresenta bom desenvolvimento em função dos fatores: clima tropical, cuja temperatura ideal/ciclo oscila entre 20 a 34 °C, com precipitação pluviométrica entre 300 a 500 mm; tipos de solos em que a cultura é desenvolvida; variedades utilizadas pelos produtores; utilização de fertilizantes e agroquímicos; facilidade para a rotação de culturas e o comércio do feijão.

Verificou-se que os tipos de feijão cultivados são 14 e que se destacam no Brasil: carioca, preto, fradinho (conhecido como macassar, caupi ou de corda) e os feijões tipo cores (branco, vermelho, roxo e outros). E que a produção obtida conta com três safras, sendo a primeira denominada safra das águas se estendendo de agosto a dezembro, com colheita entre novembro a abril/maio; a segunda, safra da seca, janeiro a abril, e a colheita nos meses de março a agosto/setembro; e a terceira, safra de outono/inverno, março a junho e a colheita nos meses de junho a outubro.

A comercialização apresenta alguns entraves que estão associados com ao tipo de feijão produzido em maior escala, que é o tipo carioca, com uma participação de aproximadamente 40% da produção, o qual apresenta maior taxa de deterioração, dificultado o comércio internacional. Contudo, em nível mundial, a cultura do feijão movimenta anualmente cerca de 26,5 milhões de toneladas de grãos, destacando-se como maiores produtores de feijão Myanmar, Índia, Brasil, Estados Unidos, México e Tanzânia, responsáveis por aproximadamente 56,99% da produção mundial.

4 | DISCUSSÃO

4.1 Importância do feijão

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa Fabaceae, sub-família *Faboideae*, gênero *Phaseolus* e espécie *Phaseolus vulgaris* L. É a principal leguminosa de grãos para consumo humano, rico em nutrientes essenciais como proteínas, minerais como potássio, ferro e cálcio, vitaminas (principalmente do complexo B), carboidratos e fibras (BROUGHTON et al., 2003; FAO, 2018). Este cultivar foi domesticado a partir do *Phaseolus vulgaris* selvagem, uma planta trepadeira de crescimento indeterminado, distribuída do México a Argentina, em regiões de latitude neotropical e subtropical (ACOSTA-GALLEGOS et al., 2007). O México é reconhecido como o centro de origem e de diversidade de muitas espécies, entre as quais se encontram aproximadamente 70 do gênero *Phaseolus*; destas destaca-se pela sua importância econômica, social, biológica, alimentícia e cultural o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) (AVENDAÑO et al., 2004).

No Brasil, o feijão tem extrema importância econômica e social, destacando-se como o maior produtor e consumidor na América Latina; a safra mundial de feijão em 2017 foi de 31,4 milhões de toneladas, das quais a América Latina produziu 19%, enquanto o Brasil produziu 50% (FAO, 2019). Na safra 2015-2016, o feijão foi o quinto grão mais produzido, superado pela soja, milho, arroz e trigo. No entanto, nas três safras de 2018/2019, o Brasil produziu 3,17 milhões de toneladas, com estimativa de redução de 10,8% para a safra de verão de 2019 devido ao ciclo mais curto do feijoeiro e as estiagens e veranicos, que afetam drasticamente a sua produção (CONAB, 216; 2019).

O feijão representa uma importante fonte de proteínas, devido a maioria dos cultivares apresentarem um teor proteico superior a 20%; ademais, diversos estudos têm evidenciado que, por possuir compostos fenólicos com ação antioxidante e alto teor de fibras, a ingestão diária de feijão é importante na prevenção de várias doenças (ABREU; PELOSO, 2004).

Entre os tipos de grãos cultivados e consumidos no Brasil (Carioca, caupi, preto, rajada e vermelho), o Carioca ocupa o primeiro lugar, com 79% do total consumido (CARNEIRO et al., 2012), e sua produção chega a ocupar 58,97% da área cultivada com a cultura no Brasil (CONAB, 2019). O grão de feijão Carioca apresenta como característica marcante o tegumento com coloração bege e estrias marrons, hilo branco, apresentando ao redor halo de coloração creme, sementes com forma oblonga, em que o cotilédone representa 89%, o epicótilo 1% e o tegumento 10% (SHIGA et al., 2011).

4.2 Qualidade de sementes

A utilização de sementes de boa qualidade fisiológica é fator primordial no estabelecimento de qualquer lavoura, enquanto com aquelas de baixa qualidade

determinam baixa população de plantas, desuniformidade e redução na velocidade e emergência, no tamanho inicial de plântulas, na massa seca e na área foliar, culminando com prejuízos econômicos (SCHEEREN et al., 2010; (MARCOS FILHO, 2015). Sementes com alta qualidade fisiológica garantem uma maior capacidade para resistir a condições adversas, a incidência de pragas e doenças; e o desenvolvimento do sistema radicular será mais eficiente ajudando a absorção de nutrientes. Em sementes de feijão, a qualidade fisiológica varia de acordo com o genótipo (SANTOS et al., 2005).

A qualidade da semente envolve um conjunto de características que determinam seu valor para a semeadura, indicando que o potencial de desempenho das sementes somente pode ser identificado quando considerada a interação dos atributos de natureza genética, física, fisiológica e a sanidade. Assim, a qualidade fisiológica está relacionada com o vigor das sementes, que agrupa um conjunto de características que poderiam ser consideradas como atributos independentes (FAO, 2018). Portanto, o vigor é o índice do grau de deterioração fisiológica e/ou integridade mecânica de um lote de sementes de alta germinação, representando sua ampla habilidade de estabelecimento no ambiente (ISTA, 2017). Dentre os principais fatores de deterioração destacam-se as condições inadequadas de temperatura e umidade relativa durante o armazenamento (SANTOS et al., 2004); ataques de insetos, fungos e roedores; e a perda da qualidade como a aparência e o sabor, no caso de grãos para o consumo (BRAGANTINI et al., 2005; MARINO; MESQUITA, 2009). Outro fator associado ao vigor são as condições climáticas, especialmente a disponibilidade de água durante o período de transferência de massa seca da planta-mãe para as sementes, que na fase de maturação, ligada à planta-mãe, não ocorre deterioração, à exceção, se ocorrer condições ambientais desfavoráveis nesse período (MARCOS FILHO, 2015).

O potencial fisiológico das sementes reúne informações sobre a viabilidade e o vigor das sementes; a viabilidade é geralmente avaliada pelo teste de germinação, que é conduzido sob condições favoráveis de umidade, temperatura, luz e substrato, para cada espécie, permitindo a expressão máxima do potencial de germinação, no entanto, pode ser pouco eficiente para estimar o desempenho da semente em campo, posto que os resultados de emergência das plântulas podem não corresponder aos obtidos no teste de germinação em laboratório (BERTOLIN et al., 2011; MARCOS FILHO, 2015).

Os métodos para avaliação de vigor oferecem resultados comparativos

As análises de vigor oferecem resultados comparativos entre lotes e não uma predição da emergência de plântulas em campo, devendo ser feita a avaliação simultânea de vários lotes (POPINIGIS, 1985) e a seleção de métodos considera, além da sensibilidade às diferenças de potencial fisiológico entre as amostras analisadas, a simplicidade, o grau de padronização, o custo reduzido, a rapidez para a obtenção de resultados e as relações com o desempenho das sementes, durante o armazenamento e após a semeadura (MARCOS FILHO, 2015), destacando-se os testes: físicos, que avaliam: tamanho, massa

unitária, densidade e coloração das sementes, teste de raios X; fisiológicos, envolvendo teste de exaustão, classificação do vigor das plantas, primeira contagem e velocidade de germinação e/ou emergência de plântulas, crescimento de plântulas, transferência de massa seca (POPINIGIS, 1985; MARCOS FILHO, 2015), que sugerem ainda os testes: bioquímicos: tetrazólio, condutividade elétrica, lixiviação de potássio, respiração, atividade da descarboxilase do ácido glutâmico (ADAG), aldeídos voláteis, ácidos graxos livres; de resistência a estresse: envelhecimento acelerado, deterioração controlada, teste de frio, germinação a baixa temperatura, imersão em água quente, teste de submersão, imersão em solução osmótica, imersão em soluções tóxicas à semente, teste do tijolo moído (teste de Hiltner).

Dentre os testes mais utilizados para a análise de vigor destaca-se o de envelhecimento acelerado, usado há décadas, quando Helmer et al. (1962), observaram redução acentuadamente vigor e emergência das sementes em condições de campo após a exposição em níveis elevados de umidade relativa (100%) e temperatura (35-40 °C), sugerindo que esse envelhecimento rápido ou acelerado poderia ser útil na avaliação do potencial de armazenamento relativo dos lotes de sementes (DELOUCHE; BASKIN, 1973), devido aos efeitos na queda da velocidade e da intensidade de crescimento, que acontece quando a semente se deteriora (MARCOS FILHO, 2015).

Este teste está padronizado para a análise do vigor de diversas espécies, mas de forma geral, deve ser feito utilizando-se caixas plásticas de 11,0 x 11,0 x 3,5; contendo no seu interior uma tela de alumínio para disposição das sementes, contendo no seu interior 40 mL de água, lacradas e mantidas em câmaras de germinação com temperatura entre 40 e 45 °C (MARCOS FILHO, 2015), em períodos propostos de acordo com a espécie e o teste conduzido de acordo com o Brasil (2009).

4.3 Composição química de sementes

Conhecer a composição química das sementes é de interesse prático em Tecnologia de Sementes, devido ao fato do vigor e do potencial de armazenamento de sementes serem influenciados pelos seus teores de proteínas, lipídios, açúcares e amido, que são as principais substâncias de reserva armazenadas nas sementes (BUCKERIDGE et al., 2004; MARTINS et al., 2007; MARCOS FILHO, 2015). Bem assim, a relação entre a sua composição química e o gasto de energia para a sua formação e desenvolvimento, principalmente porque, durante a germinação elas necessitam da sua conversão em compostos solúveis e o transporte para as regiões de crescimento, provendo os nutrientes necessários para que as plântulas se tornem autotróficas (BEWLEY et al., 2013). Sementes com maior vigor apresentam maior reserva de proteínas, lipídios e carboidratos; com maior potencial de armazenamento, maior tolerância a estresses e maior capacidade de mobilização de reservas na germinação (KIM et al., 2011).

De modo geral a composição química de sementes apresenta os mesmos compostos encontrados em outras partes da planta, aumentando ou diminuindo a quantidade de acordo ao ambiente onde as plantas crescem, a adubação e muitos outros fatores que tem interação, pelo que tem a capacidade de alterar sua constituição (GALLARDO et al., 2008; ZUCARELI et al., 2014).

Os carboidratos são compostos constituintes estruturais (celulose e outros polissacarídeos de parede); de reserva de energia, na forma de polímeros (amido); constituintes de vários metabólitos (como ácidos nucléicos e coenzimas) e numerosos glicosídeos; e como precursores requeridos para a síntese de outros metabólitos (formados a partir de dióxido de carbono e água) (BRUNETON, 1999). Os principais carboidratos de reserva encontrados em sementes são a sacarose, os oligossacarídeos da série rafinósica (RFOs), o amido e os polissacarídeos de reserva de parede celular (PRPC) (BUCKERIDGE et al., 2004). Estudos mais atualizados têm associado presença de açúcares em sementes com diversas funções, incluindo a tolerância à dessecação e armazenabilidade às sementes, com aumento da longevidade. O amido é a principal substância de reserva das leguminosas, e está presente em vários tipos de tecidos e órgãos nas plantas, como folhas, raízes, brotos, frutos, grãos e caules, como fonte de reserva energética (STEADMAN et al., 1996; AVÉROUS; HALLEY, 2014). A composição química do amido compreende cadeias predominantemente lineares de amilose e cadeias ramificadas de amilopectina, densamente empacotadas em uma estrutura granular semicristalina (LI et al., 2018). A grande maioria dos amidos contém de 20 a 30% de amilose e 70 a 80% de amilopectina e essa razão se altera conforme a fonte botânica (CORDENUNSI et al., 2006).

Os lipídios são fontes de energia durante a germinação, embora as sementes de leguminosas apresentem baixo teor de óleo, menor que 2,7%, no entanto, também participam das funções de reserva e estruturais. Nas leguminosas, normalmente os óleos apresentam em maior abundância o ácido linoléico e/ou oleico. Durante a germinação, as lipases hidrolisam os triglicerídeos, formando glicerol e ácidos graxos, destacam-se como os mais importantes, sendo suscetíveis à degradação oxidativa, por meio de reações enzimáticas e não enzimáticas. Além dos lipídios de reserva, existem os fosfolipídios que constituem as membranas celulares, incluindo organelas (JONES; EARLE, 1966; POPINIGIS, 1985; MARCOS FILHO, 2015).

As proteínas são componentes essenciais das células vivas e se constituem na maior fonte de reserva nitrogenada das sementes, que se encontram depositadas em corpos subcelulares denominados corpos protéicos, e são formadas por polímeros de aminoácidos, num total de 20 aminoácidos, sendo 12 naturais e 8 essenciais, cujas estruturas apresentam no mínimo dois grupos funcionais: grupo amino (-NH₂), e o grupo carboxila (-COOH) (SHEWRY, 2000; BUCKERIDGE et al., 2004). A quantidade de proteínas armazenadas em leguminosas é maior em comparação a outras famílias,

sendo que em sementes de feijão, o teor de proteína bruta encontrado situa-se entre 25,1% a 30,2% (MALDONADO; SAMMÁM, 2000). As proteínas presentes nas sementes têm se classificado em três grupos de acordo a sua função fisiológica: enzimáticas, a maioria implicadas na mobilização de reservas; de reserva, utilizadas habitualmente para alimentar a plântula antes de se converter em um organismo autotrófico; em alguns casos servem como protetores celulares durante a fase de dessecação da semente; e estruturais (MANTILLA, 2008).

Outro composto importante nas sementes são os compostos fenólicos, dentre os principais descritos destacam-se os fenóis simples, ácidos benzóicos e cinâmicos, coumarinas, taninos, ligninas e flavonoides (KHODDAMI et al., 2013). No feijão são encontrados no tegumento e menores quantidades nos cotilédones; são importantes fitonutrientes que interferem em substâncias promotoras ou inibidoras durante a germinação (FAN et al., 2016). Os compostos fenólicos são compostos secundários que aumentam a probabilidade de sobrevivência de uma espécie, pois estão envolvidos em ação alelopática, na síntese de ligninas e é um grupo de compostos importante na proteção de plantas contra estresses, raios ultravioleta, insetos, fungos, vírus e bactérias (CROTEAU et al., 2000; CARVALHO et al., 2004). As propriedades benéficas dos compostos fenólicos têm sido atribuídas, em parte, à sua atividade antioxidante (BENINGER; HOSFIELD, 2003; NEVES, 2009). Além das suas propriedades antioxidantes, a sua presença contribui para a parte sensorial dos alimentos, como a cor, o sabor e o aroma, conservando a qualidade do alimento (NACZK; SHAHIDI, 2004).

A composição química do feijão é bastante variável; o teor de proteínas pode estar entre 22-32%, carboidratos 60-65%, lipídios 1-2,83%, fenóis (0,04-4,97 mg g⁻¹) e amido 32-45% (PIRES et al., 2005; LUTHRIA; PASTOR-CORRALES, 2006; SHIGA et al., 2009; DU et al., 2014; CHEN et al., 2015; MARCOS FILHO, 2015; FAN et al., 2016; KAN et al. 2017).

Após a colheita, durante o armazenamento e conseqüente envelhecimento, as sementes podem apresentar alterações fisiológicas e bioquímicas, provocando alterações no metabolismo de carboidratos, lipídios e proteínas (MARCOS FILHO, 2015); como a formação de compostos químicos e modificações nas proteínas armazenadas na semente (AL-NIEMI; STOUT, 2002; SUN et al., 2002), o qual pode prejudicar o seu aproveitamento em processos de síntese e de liberação de energia, favorecendo o processo de deterioração das sementes (SHIBATA et al., 2011; MARCOS FILHO, 2015). O processo de envelhecimento deve-se principalmente a redução da atividade enzimática; aumento da respiração e da síntese de macromoléculas, associados com a deterioração inicial do sistema de membranas.

Com o envelhecimento se produz auto-oxidação de lipídios e aumento do teor de ácidos graxos livres, afetando principalmente sementes de plantas oleaginosas. Estes processos causam inativação enzimática, isto é, desnaturação de proteínas e ácidos

nucleicos (REUZEAU et al., 1992; TRAWATHA et al., 1995). Também determinam alterações dos compostos fenólicos presentes no tegumento da semente e que podem atuar como inibidores da germinação (BEWLEY; BLACK, 1994).

4.4 Estresse oxidativo

O estresse pode ser definido como um fator externo que exerce influência negativa sobre a planta e está associado com sua tolerância, ou seja, com a capacidade da planta em enfrentar condições e ambientes desfavoráveis; assim, se a tolerância aumenta como consequência da exposição anterior ao estresse, diz-se que a planta está aclimatada (TAIZ et al., 2017).

O estresse leva à formação de espécies reativas de oxigênio (ROS), incluindo superóxido (O_2^-), peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e radical hidróxido ($HO\cdot$) (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 1999). Estas moléculas têm a capacidade de perturbar o metabolismo normal devido aos danos oxidativos nos lipídios (peroxidação de lipídios), oxidação de proteínas, inibição enzimática e danos aos ácidos nucleicos (DNA) (MISHRA et al., 2011; SRIVASTAVA; DUBEY, 2011), gerando o estresse oxidativo. As células vegetais respondem defensivamente ao estresse oxidativo removendo as ROS e mantendo compostos antioxidantes de defesa em níveis que inibam e/ou reduzam os danos causados (SCANDALIOS, 1997). Os níveis das ROS na planta são regulados por rigorosos mecanismos de defesa antioxidantes, que podem ser enzimáticos e não enzimáticos, destacando-se entre as enzimas antioxidantes a superóxido dismutase (SOD), ascorbato peroxidase (APX), glutathione redutase (GR), peroxidases (POD), catalase (CAT) e polifenoloxidase (PPO). Dentre os componentes não enzimáticos encontram-se o ácido ascórbico (AsA), a glutathione (GSH), o β -caroteno e o α -tocoferol e os carotenoides (CAO et al., 2004; SHARMA; DUBEY, 2007). Estes mecanismos de defesa podem ser classificados como de prevenção, impedindo a formação dos radicais livres ou espécies não-radicaais; varredores, impedindo a ação desses; ou de reparo, favorecendo o reparo e a reconstituição das estruturas biológicas danificadas (CLARKSON; THOMPSON, 2000; KOURY; DONANGELO, 2003). Os mecanismos específicos empregados são: a eliminação de espécies que iniciam a peroxidação, a quelação de metais para impedir a geração das ROS ou decomposição de peróxidos, a interação com O_2^- para a prevenção da formação de peróxidos, a interrupção da reação em cadeia auto-oxidativa, e a redução de concentrações de O_2 localizadas (OROIAN; ESCRICHE, 2015; SHAHIDI; ZHONG, 2015), enquanto os próprios ROS desempenham um papel na detecção redox intracelular, ativando mecanismos de resistência aos antioxidantes, entre outros processos adaptativos (TOLEDANO; LEONARD 1991; KARPINSKI et al., 1997).

Para a detecção dos efeitos do estresse oxidativo nas plantas existem diversos parâmetros bioquímicos, como a quantificação de açúcares solúveis, cujas moléculas

podem exercer sinais e respostas de defesa por controlar a atividade fotossintética e o nível das ROS; pode-se determinar só o teor de glicose, já que este é o principal precursor carbônico inicial para a síntese de carotenóides (PALLET; YOUNG, 1993) e de ascorbato (SMIRNOFF et al., 2001), e para os esqueletos carbônicos dos aminoácidos, incluindo glicina, cisteína e glutamato, os quais são componentes da glutathione (NOCTOR; FOYER, 1998). A peroxidação de lipídios é o parâmetro para determinar o estresse oxidativo. Neste processo as ROS reagem com os ácidos graxos polinsaturados dos fosfolipídios das membranas celulares, desintegrando-as e permitindo a entrada dessas espécies nas estruturas intracelulares, sendo que a enzima fosfolipase, ativada pelas espécies tóxicas desintegra os fosfolipídios, liberando os ácidos graxos não saturados (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 1999). Todos os componentes celulares são susceptíveis à ação das ROS, mas a membrana é um dos mais prejudicados devido às alterações na sua estrutura e permeabilidade, que causa perda da seletividade na troca iônica, liberando assim exsudatos e formando produtos tóxicos como o malonaldeído, culminando com a morte celular (SCHWEMBER; BRADFORD 2010; EL-MAAROUF-BOUTEAU et al., 2011).

Outro indicador fisiológico que proporciona informação sobre a capacidade que apresenta um cultivar para adaptar-se a condições de estresses é a prolina, que é um aminoácido, sintetizado a partir do glutamato presente nas plantas em quantidades pequenas, mas adequadas para seu desenvolvimento, e desempenha um papel vital na regulação da síntese proteica geral em plantas, principalmente quando sob alguns tipos de estresses, como o osmótico determinado por fator ambiental (MATTIOLI et al., 2009; LIANG et al., 2013; KISHOR et al., 2014; SINGH et al., 2014).

Devido à ação de defesa dos compostos fenólicos frente ao estresse oxidativo seu teor é empregado como resposta ao estresse. Estes compostos têm ganhado atenção, porque inibem a peroxidação de lipídios e a lipoxigenase in vitro (SOUSA et al., 2007). A atividade antioxidante dos compostos fenólicos se deve principalmente às suas propriedades redutoras e estrutura química; características que desempenham um papel importante na neutralização ou sequestro de radicais livres e quelação de metais de transição, agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo (CHUN et al., 2005).

Outro parâmetro amplamente empregado para monitorar os danos causados quando as plantas ou sementes são submetidas a qualquer tipo de estresse é o extravasamento de eletrólitos, como resposta à deterioração das membranas celulares e a posterior fuga de íons, isto é rapidamente detectado pela medição do aumento da condutividade elétrica na solução em que os tecidos são submersos (DUKE; KENYON, 1993). Ao longo da embebição ocorre a lixiviação de vários solutos para a solução de embebição incluindo os carboidratos, ácidos graxos, aminoácidos, ácidos orgânicos, proteínas, substâncias fenólicas e íons K^+ , Ca^{2+} , Na^+ e Mg^{2+} (FESSEL et al., 2006; VIERA et al., 2008).

5 | CONCLUSÃO

A qualidade da semente é de vital importância para o estabelecimento e desenvolvimento das culturas, tendo relação direta com sua composição bioquímica. Compreender estas interações permite ter ferramentas para estabelecer produções em diversas condições.

AGRADECIMENTOS

À UFES pela estrutura, à OEA, CAPES e CNPq pela concessão de bolsas de mestrado, doutorado e de produtividade aos autores pela contribuição.

REFERÊNCIAS

ABREU, A.F.B.; PELOSO, M.J. **Cultivares de feijoeiro comum para o Estado de Minas Gerais.** (Circular técnica 65). Santo Antônio de Goiás: Embrapa Goiás, 2004. 4p.

ACOSTA-GALLEGOS, J.A.; KELLY, J.D.; GEPTS, P. **Prebreeding in common bean and use of genetic diversity from wild germplasm.** *Crop Science*, v.47, n.3, p.44-59, 2007.

AL-NIEMI, T.S.; STOUT, R.G. **Heat-shock protein expression in a perennial grass commonly associated with active geothermal areas in western North America.** *Journal of Thermal Biology*, v. 27, n.6, p.547-553, 2002.

AVENDAÑO, C.H.A.; RAMÍREZ, P.V.; CASTILLO, F.G.; CHÁVEZ, J.L.S.; RINCÓN, G.E. **Diversidad isoenzimática en poblaciones nativas de frijol negro.** *Revista Fitotecnia Mexicana*, v. 27, n.1, p.31-40, 2004.

AVÉROUS; L. R.; HALLEY, P. J. **Starch polymers: From the field to industrial products.** In: HALLEY, P. J; AVÉROUS, L. R. *Starch Polymers - From Genetic Engineering to Green Applications*, Burlington: Elsevier, 2014. p.3-10.

BENINGER, C.W.; HOSFIELD, G.L. **Antioxidant activity of extracts, condensed tannin fractions, and pure flavonoids from *Phaseolus vulgaris* L. seed coat colour genotypes.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.51, p.7879-7883, 2003.

BERTOLIN, D.C.; SÁ, M.E.; MOREIRA, E.R. **Parâmetros do teste de envelhecimento acelerado para determinação do vigor de sementes de feijão.** *Revista Brasileira de Sementes*, v.33, n.1 p.104-112, 2011.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination.** 2. ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BEWLEY, J.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy.** Nova York: Springer, 2013. 392p.

BRAGANTINI, C. **Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão.** Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 28p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes.** Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS. 2009. 395p.

- BROUGHTON, W.J.; HERNÁNDEZ, G.; BLAIR, M.; BEEBE, S.; GEPTS, P.; VANDERLEYDEN, J. **Beans (*Phaseolus* spp.): model food legumes**. Plant and Soil, v.252, n.1, p.55-128, 2003.
- BRUNETON, J. **Pharmacognosy, phytochemistry, medicinal plants**. 2 ed. Andover: Intercept, 1999. 1119p.
- BUCKERIDGE, M.S.; AIDAR, M.P. M.; SANTOS, H.P.; TINÉ, M.A.S. **Acúmulo de reservas**. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.31-50.
- CAO, X.; M.A.; L.Q.; TU, C. **Antioxidative responses to arsenic in the arsenic-hyperaccumulator chinese brake fern (*Pteris vittata* L)**. Environmental Pollution, v.128, p.317-325, 2004.
- CARNEIRO, J.E.S.; ABREU, A.F.B.; RAMALHO, M.A.P., et al. **BRSMG Madrepérola: common bean cultivar with late-darkening Carioca grain**. Crop Breeding and Applied Biotechnology, v.12, p.281-284, 2012.
- CARVALHO, J.C.T.; GOSMANN, G.; SCHENKEL, E.P. **Compostos fenólicos simples e heterosídicos**. In: SIMÕES, C.M.O.; C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C. P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. (Ed.) Farmacognosia: da planta ao medicamento. Editora da UFRGS/UFSC, Porto Alegre, Florianópolis. 2004. p.519-535.
- CLARKSON, P.M.; THOMPSON, H.S. **Antioxidants: what role do they play in physical activity and health?** The American Journal of Clinical Nutrition, v.72, n.2, p.637-646, 2000.
- CONAB. COMPANHIA DE ABASTECIMENTO. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira, grãos. v.3 - SAFRA 2015/16- N. 10 - Décimo levantamento**. 2016. 179p.
- CONAB. COMPANHIA DE ABASTECIMENTO. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira, grãos. v.6 - SAFRA 2018/19- N. 12 - Décimo segundo levantamento**. 2019. 126p.
- CONAB. COMPANHIA DE ABASTECIMENTO. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **A cultura do feijão**. Brasil, 2018. 244p.
- CORDENUNSI, B.R.; LAJOLO, F.M.; MENEZES, E.W. Utilização de novas técnicas de microscopia na caracterização do amido. **Carboidratos em Alimentos Regionales Iberoamericanos**. Editora da USP, São Paulo, Brasil, 2006. 646p.
- CHEN, P.X.; TANG, Y.; MARCONE, M.F.; PAULS, P.K.; ZHANG, B.; LIU, R.; TSAO, R. **Characterization of free, conjugated and bound phenolics and lipophilic antioxidants in regular- and non-darkening cranberry beans (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Food Chemistry, v.185, p.298-308, 2015.
- CHUN, S.S.; VATEM, D.A.; LIN, Y.T.; SHETTY, K. **Phenolic antioxidants from clonal oregano (*Origanum vulgare*) with antimicrobial activity against *Helicobacter pylori***. Process Biochemistry, v.40, p.809-816, 2005.
- CROTEAU, R.; KUTCHAN, T. M.; LEWIS, N. G. **Natural products (Secondary Metabolites)**. In: BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. (Eds.) Biochemistry & Molecular Biology of Plants, Rockville: American Society of Plant Physiologists. 2000. p.1250-1318.
- DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. **Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots**. Seed Science and Technology, v.1, p.427-452, 1973.
- DU, S-K.; JIANG, H.; YU, X.; JANE, J.L. **Physicochemical and functional properties of whole legume flour**. LWT - Food Science and Technology, v.55, n.1, p.308-313, 2014.
- DUKE, S.O.; KENYON, W.H. **Peroxidizing activity determined by cellular leakage**. In: BOGER, P.;

SANDMAN, G. Target assays for modern herbicides and related phytotoxic compounds. Boca Raton: Lewis, 1993. p.61-66.

EL-MAAROUF-BOUTEAU, H.; MAZUY, C.; CORBINEAU, F.; BAILLY, C. **DNA alteration and programmed cell death during ageing of sunflower seed**. Journal of Experimental Botany, v.62, n.14, p.5003-5011, 2011.

EMATER. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais. **Estudo e perspectivas para a agropecuária em Minas Gerais em 2007**. Belo Horizonte, 2007. 44p.

FAN, G.J.; NDOLO, V.U.; KATUNDU, M.; KERR, R.B.; ARNTFIELD, S.; BETA, T. **Comparison of phytochemicals and antioxidant capacity in three bean varieties grown in central Malawi**. Plant Foods Hum Nutrition, v.71, n.2, p.204-210, 2016.

FAO. **Seeds toolkit, Module 3: Seed quality assurance**. The Food and Agriculture Organization of the United Nations and Africa Seeds, Rome. 2018. 109p.

FAO. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>>. Acesso em: 10 março 2019.

FAO. **Crops**. Disponível em: <http://www.fao.org/faos-tat/en/#data/QC>. Acesso em: 02 abril 2019.

FESSEL, S.A.; VIEIRA, R.D.; CRUZ, M.C.P.; PAULA, R.C.; PANOBIANCO, M. **Electrical conductivity testing of corn seeds as influenced by temperature and period of storage**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, n.10, p.1551-1559, 2006.

GALLARDO, K.; THOMPSON, R.; BURSTIN, J. **Reserve accumulation in legume seeds**. Comptes Rendus Biologies, v.331, p.755-762. 2008.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. **Free radicals in biology and medicine**. 3. ed. New York: Oxford University Press, 1999. 980p.

HELMER, J.D.; DELOUCHE, J.C.; LIENHARD, M. **Some indices of vigor and deterioration in seed of crimson clover**. Proceedings of the Association of Official Seed Analysts, v.52, p.154-161, 1962.

ISTA. **International Rules for Seed Testing**. Bassersdorf: International Seed Testing Association, 2017. 296p.

JONES, Q.; EARLE, F.R. **Chemical analyses of seeds II: oil and protein content of 759 species**. Economic Botany, v.20, p.127-155, 1966.

KAN, L.; NIE, S.; HU, J.; WANG, S.; CUI, S. W.; LI, Y.; XU, S.; WU, Y.; WANG, J.; BAI, Z.; XIE, M. **Nutrients, phytochemicals and antioxidant activities of 26 kidney bean cultivars**. Food and Chemical Toxicology, v.108, p.467-477, 2017.

KARPINSKI S.; ESCOBAR C.; KARPINSKA B.; CREISSEN G.; MULLINEAUX P. M. **“Photosynthetic electron transport regulates the expression of cytosolic ascorbate peroxidase genes in Arabidopsis during excess light stress”**. Plant Cell, v.91, n.1, p.627-640, 1997.

KIM, H.T.; CHOI, U.; RYU, H.S.; LEE, S.J.; KWON, O. **Mobilization of storage proteins in soybean seed (*Glycine max* L.) during germination and seedling growth**. Biochimica et Biophysica Acta, v.1814, n.9, p.1178-1187, 2011.

KISHOR, K.; POLAVARAPU, B.; SREENIVASULU, N. **Is proline accumulation per se correlated with stress tolerance or is proline homeostasis a more critical issue?** Plant, Cell & Environment, v.37, n.2, p.300-311, 2014.

KHODDAMI, A.; WILKES, M. A.; ROBERTS, T. H. **Techniques for analysis of plant phenolic compounds**.

Molecules, v. 18, n. 2, p. 2328-2375, 2013.

KOURY, J.C.; DONANGELO, C.M. **Zinco, estresse oxidativo e atividade física**. Revista de Nutrição, v.16, n.4, p.433-441, 2003.

LI, P.; DHITAL, S.; ZHANG, B.; HE, X.; FU, X. **Surface structural features control in vitro digestion kinetics of bean starches**. Food Hydrocolloids, v.85, p.343-351, 2018.

LIANG, X.; ZHANG, L.; NATARAJAN, S.K.; BECKER, D.F. **Proline mechanisms of stress survival**. Antioxidants & Redox Signaling, v.19, n.9, p.998-1011, 2013.

LUTHRIA, D; PASTOR-CORRALES, M. **Phenolic acid content of fifteen dry edible bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties**. Journal of Food Composition and Analysis, v.19, n.2, p.205-211, 2006.

MALDONADO, S.; SAMMÁM, N. **Composición química y contenido de minerales de leguminosas y cereales producidos en el noroeste argentino**. Archivos Latino Americanos de Nutrición, v.50, n.2, p.195-199, 2000.

MANTILLA, A.J. **Desarrollo y germinación de las semillas**. En: AZCÓN-BIETO, J.; TALÓN, M. (Ed) Fundamentos de Fisiología Vegetal. 2.ed. Madrid: McGraw Hill, Editor. 2008. p.537-558.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola. **Portaria 403/2011**. Portaria Nº 403, de 18 de novembro de 2011.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2015, 560p.

MARINO, R.H.; MESQUITA, J.B. **Micoflora de sementes de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) provenientes do Estado de Sergipe**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.4, n.3, p.252-256, 2009.

MARTINS, M.T.C.S.; PÔRTO, N.A.; CANUTO, M.F.S.; BRUNO, R.L.A. **Composição química de sementes de espécies de *Manihot* Mill. (Euphorbiaceae)**. Revista Brasileira de Biociências, v.5, supl.1, p. 621-623, 2007.

MATTIOLI, R.; COSTANTINO, P.; TROVATO, M. **Proline accumulation in plants: not only stress**. Plant Signaling & Behavior, v.4, n.11, p.1016-1018, 2009.

MISHRA, S.; JHA, A.B.; DUBEY, R.S. **Arsenite treatment induces oxidative stress, upregulates antioxidant system, and causes phytochelatin synthesis in rice seedlings**. Protoplasma, v.248, p.565-577, 2011.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. **Extraction and analysis of phenolics in food**. Journal of Chromatography A, v.1054, n.1-2, p. 95-111, 2004.

NEVES, L.C.; ALENCAR S.M.; CARPES, S.T. **Determinação da atividade antioxidante e do teor de compostos fenólicos e flavonoides totais em amostras de pólen apícola de *Apis mellifera***. Brazilian Journal Food Technology, v.8, p.107-110, 2009.

NOCTOR, G.; FOYER, C. Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen species under control. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.49, p.249-279, 1998.

OROIAN, M.; ESCRICHE, I. **Antioxidants: characterization, natural sources, extraction and analysis**. Food Research International, v.74, p.10-36, 2015.

PALLET, K.E.; YOUNG, A.J. Carotenoids. In: ALSCHER, R.G.; HESS, J.L. (Eds). **Antioxidants in higher plants**. Boca Raton: CRC Press. 1993. p.91-110.

PIRES, C.V.; OLIVEIRA, M.G.A.; CRUZ, G.A.D.R.; MENDES, F.Q.; REZENDE, S.T.; MOREIRA, M.A. **Composição físico-química de diferentes cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Alimentos Nutrição, v.16, n.2, p.157-162, 2005.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2.ed. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

REUZEAU, C.; GOFFNER, D.; CAVALIE, G. **Relations between protein composition and germination capacity of sunflower seeds**. Seed Science Research, v.2, p.223-230, 1992.

SANTOS, C.M.R.; MENEZES, N.L de.; VILLELA, F.A. **Alteração fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão envelhecidas artificialmente**. Revista Brasileira de Sementes, v.26, n.1, p.110-119, 2004.

SANTOS, C.M.R.; MENEZES, N.L. de; VILLELA, F.A. **Modificações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão no armazenamento**. Revista Brasileira de Sementes, v.27, p.104-114, 2005.

SCANDALIOS, J.G. **Molecular genetics of superoxide dismutases in plants**. In: **Oxidative Stress and the Molecular Biology of Antioxidative Defenses**. (J.G. Scandalios, eds) pp. Plainview, Cold Spring Harbor. v.1, n.1, 1997. p.527-568.

SCHEEREN, B.R.; PESKE, S.T.; SCHUCH, L.O.B.; BARROS, A.C.A. **Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja**. Revista Brasileira de Sementes, v.32, n.3, p.35-41, 2010.

SCHWEMBER, A.; BRADFORD, K.J. **Quantitative trait loci associated with longevity of lettuce seeds under conventional and controlled deterioration storage conditions**. Journal of Experimental Botany, Oxford, v.61, n.15, p.4423-4436, 2010.

SHAHIDI, F.; ZHONG, Y. **Measurement of antioxidant activity**. Journal of Functional Foods, v.18, p.757-781, 2015.

SHARMA, P.; DUBEY, R.S. **Involvement of oxidative stress and role of antioxidative defense system in growing rice seedlings exposed to toxic concentrations of aluminium**. Plant Cell Reports, v.26, p.2027-2038, 2007.

SHEWRY, P.R. **Seed Proteins**. In: BLACK, M.; BEWLEY, J.D. (Eds.). Seed technology and its biological basis. England: Sheffield, 2000. p.42-84.

SHIBATA, M.; COELHO, C.M.M.; OLIVEIRA, L.M.; GUIDOLIN, A.F. **Padronização metodológica para determinação de proteínas de reserva de sementes de *Handroanthus albus* (Chamiso)**. Revista de Ciências Agroveterinárias, v.10, n.2, p.151-157 2011.

SHIGA, T. M.; CORDENUNSI, B.R.; LAJOLO, F.M. **Effect of cooking on non-starch polysaccharides of hard-to-cook beans**. Carbohydrate Polymers, v.76, p.100-109, 2009.

SHIGA, T. M.; CORDENUNSI, B. R.; LAJOLO, F. M. **The effect of storage on the solubilization pattern of bean hull non-starch polysaccharides**. Carbohydrate Polymers, v.83, p.362-367, 2011.

SINGH, M.; KUMAR, J.; SINGH, V.P.; PRASAD, S.M. **Proline and salinity tolerance in plants**. Biochemical Pharmacology, v.3, n.6, p.1000-1017, 2014.

SMIRNOFF, N.; CONKLIN, P.L.; LOEWUS, F.A. **Biosynthesis of ascorbic acid in plants**. Annual review of plant physiology and plant molecular biology, v.52, p.437-67, 2001.

SOUSA, C.M.M.; SILVA, H.R.; VIERA-JÚNIOR, G.M.; AYRES, M.C.C.; COSTA, C.L.S.; ARAÚJO, D.S.; CAVALCANTE, L.C.D.; BARROS, E.D.S.; ARAÚJO, P.B.M.; BRANDAO, M.S.; CHAVES, M.H. **Fenois totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais**. Quimica Nova, v.30, n.2, p.351-357, 2007.

SRIVASTAVA, S.; DUBEY, R.S. **Manganese-excess induces oxidative stress, lowers the pool of antioxidants and elevates activities of key antioxidative enzymes in rice seedlings**. *Plant Growth Regul.*, v.64, p.1-16, 2011.

STEADMAN, K.J.; PRITCHARD, H.W.; DEY, P.M. **Tissue-specific Soluble Sugars in Seeds as Indicators of Storage Category**. *Annals of Botany*, v.77, p.667-674, 1996.

SUN, W.; MONTAGU, M.V.; VERBRUGGEN, N. **Small heat shock protein and stress tolerance in plants**. *Biochimica et Biophysica Acta*, v.1577, p.1-9, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

TOLEDANO, M.B.; LEONARD, W.J. **“Modulation of transcription factor NF-kappa B binding activity by oxidation-reduction in vitro”**. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v.881, n.1, p.4328-4332, 1991.

TRAWATHA, S.E.; TEKRONY, D.M.; HILDEBRAND, D.F. **Relationship on soybean quality to fatty acid and C6-aldehyde levels during storage**. *Crop Science*, v.35, p.1415-1422, 1995.

VIEIRA, R.D.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B.; BRUENNING, W.P.; PANOBIANCO, M. **Temperature during soybean seed storage and the amount of electrolytes of soaked seeds solution**. *Scientia Agricola*, v.65, n.5, p.496-501, 2008.

ZUCARELI, C.; SILVA, R.P.; GAZOLA, D.; CHAVES, D.P.; NAKAGAWA, J. **Adubação fosfatada e épocas de cultivo na composição química de sementes de cultivares de feijoeiro**. *Ciência Rural*, v.44, n.9, 2014.

MODELAGEM MATEMÁTICA: A LEI DO RESFRIAMENTO DE NEWTON E SUA APLICAÇÃO NO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ CAMPUS CASTANHAL

Data de aceite: 01/07/2020

Tatiana Cardoso Gomes

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará
Departamento de Engenharia de Alimentos
Castanhal – Pará
<http://lattes.cnpq.br/5904038382042433>

Cleidson Barbosa Favacho

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará
Departamento de Engenharia de Alimentos
Castanhal – Pará
<http://lattes.cnpq.br/2057009942517043>

Leandro Jose de Oliveira Mindelo

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará
Departamento de Engenharia de Alimentos
Castanhal – Pará
<http://lattes.cnpq.br/0255986985072493>

Robson da Silveira Espíndola

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará
Departamento de Engenharia de Alimentos
Castanhal – Pará
<http://lattes.cnpq.br/0954088738957850>

Bruno Santiago Glins

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará
Departamento de Engenharia de Alimentos
Castanhal – Pará

<http://lattes.cnpq.br/4511418365364917>

Dehon Ricardo Pereira da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará
Departamento de Engenharia de Alimentos
Castanhal – Pará
<http://lattes.cnpq.br/1604344286847599>

Adriano Santos da Rocha

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará
Castanhal – Pará
<http://lattes.cnpq.br/5535745529748373>

Pedro Danilo de Oliveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará
Departamento de Engenharia de Alimentos
Castanhal – Pará
<http://lattes.cnpq.br/0155716503188549>

Everaldo Raiol da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/0131689638609626>

Licia Amazonas Calandrini Braga

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará
Castanhal – Pará
<http://lattes.cnpq.br/8228340027896119>

Tânia Sulamytha Bezerra

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará

RESUMO: O presente trabalho tem como objetivo a implementação da modelagem matemática por meio de equações diferenciais, a lei de Resfriamento de Newton em disciplinas específicas do curso de engenharia de alimentos, mesmo com o uso e com as equações ainda há a deficiência em conciliar os conteúdos teóricos de sala de aula com a aplicabilidade dessas equações na prática em disciplinas específicas, as equações diferenciais têm uma grande área de aplicação em grande variedade das áreas do conhecimento. Perpassando a área das ciências naturais as equações englobam, economia, movimentação financeira até o comportamento humano, nas ciências exatas esse tipo de equação tem um maior índice de aplicabilidade comparada as demais, Newton foi um dos precursores do desenvolvimento do cálculo e da física, em seus muitos estudos publicou anonimamente um artigo intitulado “Scala Graduum Caloris”, onde era capaz de calcular com exatidão a taxa de variação de temperatura até 100°C, essa equação ficou denominada como a Lei de resfriamento de Newton, a qual tem uma grande variedade de aplicação, sendo mencionados em processos termodinâmicos, resfriamento de frutas e hortaliças e assim por diante. A aplicabilidade da lei de resfriamento de Newton pode ser verificada na tecnologia de alimentos em processo de resfriamento de leite. Dessa forma a metodologia utilizada para a pesquisa foi baseada no acompanhamento da produção de iogurtes em uma cooperativa agropecuária, os dados para o desenvolvimento da equação foram obtidos no painel de controle da fermentadora de iogurtes, os resultados da pesquisa foram baseados na revisão da literatura em que observou-se grande variedade de aplicabilidade da equação em conteúdos específicos de tecnologias de alimentos, assim como a concretização de dados obtidos na cooperativa por meio do desenvolvimento da lei de resfriamento de Newton na prática, foi possível observar que há grande índice de aplicabilidade da equação no processo.

PALAVRAS-CHAVE: Lei de Resfriamento de Newton; equação diferencial; cálculo.

MATHEMATICAL MODELING: THE LAW OF NEWTON COOLING AND ITS APPLICATION IN THE GRADUATION COURSE IN FOOD ENGINEERING OF THE FEDERAL INSTITUTE OF EDUCATION, SCIENCE AND TECHNOLOGY OF PARÁ CAMPUS CASTANHAL

ABSTRACT: The present work aims to implement mathematical modeling through differential equations, Newton’s law of cooling in specific disciplines of the food engineering

course, even with the use and with the equations there is still a deficiency in reconciling the theoretical classroom content with the applicability of these equations in practice in specific disciplines, the differential equations have a wide area of application in a wide variety of areas of knowledge. Crossing the area of natural sciences, the equations encompass, economics, financial movement and human behavior. In the exact sciences, this type of equation has a higher rate of applicability compared to the others, Newton was one of the precursors of the development of calculus and physics, in his many studies anonymously published an article entitled “Scala Graduum Caloris”, where he was able to accurately calculate the rate of change of temperature up to 100°C , this equation became known as Newton’s law of cooling, which has a wide variety application, being mentioned in thermodynamic processes, cooling of fruits and vegetables and so on. The applicability of Newton’s cooling law can be verified in food technology in the milk cooling process. Thus, the methodology used for the research was based on the monitoring of yogurt production in an agricultural cooperative, the data for the development of the equation were obtained from the control panel of the yogurt fermenter, the results of the research were based on the literature review in that a great variety of applicability of the equation was observed in specific content of food technologies, as well as the realization of data obtained in the cooperative through the development of Newton’s cooling law in practice, it was possible to observe that there is a high index of applicability of the equation in the process.

KEYWORDS: Newton’s Cooling Law; differential equation; calculation.

1 | INTRODUÇÃO

De acordo com Pereira e Barbosa (2018), a teoria na matemática é de suma importância, pois leva ao conhecimento do aluno o que o homem foi capaz de criar e desenvolver para buscar na ciência resposta para o que acontece ao seu redor. Quando as técnicas matemáticas são absorvidas de fato, é capaz de se observar através da prática a importância dos fundamentos matemáticos no cotidiano das pessoas, assim como na implementação nas áreas de cursos universitários.

De acordo com Corrallo e Junqueira (2015), a literatura tem grande ausência de experimentos de física para os alguns cursos universitários, e o grande problema é a aplicação do conteúdo teórico na prática. Em grande parte das engenharias, as equações diferenciais ordinárias ocupam um vasto espaço tanto na parte teórica. Assim, as aplicações dessas equações em disciplinas práticas ficam em segundo plano, como a Lei de Resfriamento de Newton que permite prever o tempo necessário para se obter o esfriamento ou aquecimento de um determinado corpo em um meio condutor.

Essa equação está presente em diversas áreas das ciências como Biologia, Economia, Engenharia, Física, Gastronomia, Psicologia, entre outras, mesmo sendo pouco vista em nosso dia a dia, ainda assim, estão presentes no cotidiano das pessoas, como por exemplo, a taxa de resfriamento em relação à temperatura do corpo e a do meio

ambiente, ou no cálculo de juros compostos (ALITOLIF, 2011).

A Lei de Resfriamento de Newton tem grande aplicabilidade no campo das engenharias, a qual pode ser empregada na construção civil, processos termodinâmicos e uma grande variedade, principalmente no curso de engenharia de alimentos (PEREIRA; BARBOZA, 2018).

Quando se relaciona a engenharia de alimentos com a lei de Newton, surge uma grande variedade de aplicação na área específica do curso, pode ser empregado tanto no resfriamento quanto aquecimento de fluidos, dentre eles o leite. Quando fica em um determinado intervalo de temperatura, o leite passa por um processo de fermentação e se origina vários derivados, como o iogurte, produto oriundo da fermentação por ação de microrganismos fermentadores (*Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*). Essa fermentação ocorre em períodos distintos ficando entre 4 e 5 horas, a qual pode variar de acordo com o fluxograma de processamento (ALITOLIF, 2011).

Mesmo com a parte teórica frequente no currículo dos alunos do curso em questão, ainda há incerteza da aplicabilidade das equações diferenciais ordinárias em conteúdo práticos e específicos do curso.

Nesse sentido, o objetivo dessa pesquisa é a aplicação da Lei de Resfriamento de Newton em conteúdo específicos de tecnologia de alimentos, e assim mostrar que existe a implantação dessas equações no conteúdo específico do curso.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Um dos grandes motivos para o abandono escolar é na dificuldade de aprendizagem, a falta de relação entre os conteúdos aplicados com as situações enfrentadas no cotidiano dos estudantes, ou seja, eles veem que o que é ensinado em sala de aula não possui aplicação alguma na vida real (LISBOA; LUCINO, 2015). Esse cenário se agrava mais ainda quando se relaciona ao nível superior, uma vez que há dificuldade em conciliar a teoria estudada com o meio profissional. Assim, D'Ambrósio (1986) complementa que, o valor da teoria se revela no momento em que ela é transformada em prática.

Portanto, para tentar contextualizar a união entre teoria e prática através da Lei de Resfriamento de Newton pode ser feito experimentos concretos através do binômio tempo temperatura (PEREIRA; BARBOZA, 2018).

Isaac Newton nasceu em 1643 na cidade de Londres e faleceu em 1727, era cientista, químico, físico, mecânico e matemático, “durante sua trajetória, ele descobriu várias leis da física, entre elas, a lei da gravidade”, o binômio de Newton, a lei de resfriamento (PEREIRA; BARBOSA, 2019).

Esse binômio tempo-temperatura foi objeto de estudo no ano de 1701 quando Newton publicou anonimamente um artigo intitulado “Scala Graduum Caloris”, onde descreve um método para medir temperatura de até 100°C, algo impossível aos termômetros da época

(SOUZA, 2017). O método afirma que “a taxa de variação temporal da temperatura de um corpo é proporcional a diferença de temperatura entre o corpo e o meio circundante” (BRONSON, 2008).

A Lei de Resfriamento de Newton é uma aplicação de equações diferenciais utilizada para resolver problemas, entre outros, aqueles relacionados à variação de temperatura, assim como afirma Alitolif (2011), Esta forma de aplicação é ligada diretamente a física, mas cálculos voltados para as leis de temperatura são de grande utilidade em várias outras ciências, alguns exemplos são os utilizados nas engenharias, assim como problemática relacionadas à tecnologia de alimentos na taxa de variação de temperatura de resfriamento, assim como em qualquer um processo que envolva aquecimento ou resfriamento de determinado alimento. (ALITOLIF, 2011).

De acordo com Zill e Cullen (2001), a palavra diferencial e equações obviamente sugerem a resolução de algum tipo de equação envolvendo derivadas. Por isso, equações diferenciais podem ser entendidas como uma “equação que contém as derivadas ou diferenciais de uma ou mais variáveis dependentes, em relação a uma ou mais variáveis independentes” (SOUZA, 2006). Quando Boyce (2015) menciona as equações diferenciais, o mesmo afirma que começaram com o estudo do cálculo por Isaac Newton (1642–1727) durante o século XVII.

Sabe-se que uma equação diferencial estabelece a taxa segundo a qual as coisas acontecem. Resolver uma equação diferencial é encontrar a função que satisfaz a equação e, frequentemente, determinado conjunto de condições iniciais. A partir do conhecimento destas condições, a solução da equação diferencial fornece o valor da função em qualquer valor posterior da variável independente (THOMAS, 2013). Historicamente, a evolução do ramo da matemática no qual se insere o estudo das equações diferenciais aconteceu em paralelo com o desenvolvimento da Física, funcionando como ferramenta de cálculo das equações de movimento da mecânica Newtoniana (THOMAS, 2013).

Hoje em dia, o uso de equações diferenciais foi estendido para as mais diversas áreas do conhecimento. Para citar alguns exemplos de aplicações de equações diferenciais em Ciências Naturais, temos o problema da dinâmica de populações, o de propagação de epidemias, a datação por carbono radioativo, a exploração de recursos renováveis, a competição de espécies como, por exemplo, no sistema predador versus presa (THOMAS, 2013). Isso se expande mais ainda quando se menciona o ramo das ciências exatas, economia, sistemas financeiros, e comportamento humano.

Na indústria de alimentos, Silva (2014) diz que a aplicação de equações diferenciais pode ser mencionada em relação ao resfriamento de material biológicos para preservação, Entre os vários métodos de preservação de materiais o resfriamento é amplamente utilizado, por permitir a conservação das propriedades quantitativas e qualitativas desejáveis desses materiais em estado quase inalterado e natural.

Por exemplo, na indústria que processa frutas o pré-resfriamento é uma das mais

importantes etapas da pós-colheita e consiste na remoção rápida do calor dos frutos oriundos dos campos, antes do armazenamento, processamento ou comercialização, no qual é preciso estocar essas frutas em câmaras de refrigeração para que esses alimentos durem por mais dias ou até mesmo meses (SILVA, 2014). Dessa forma o resfriamento das frutas antes de serem introduzidas na câmara previne possíveis perdas com relação a deterioração dos frutos.

A aplicabilidade da lei de resfriamento de Newton na indústria de alimentos vai muito além do resfriamento de frutas e hortaliças diz (PIOVESAN, 2015), pode ser usado também em processadores de leite e seus derivados, muitos são os benefícios que o resfriamento do leite traz para os produtores, como a possibilidade de haver mais ordenhas e menos vezes que o caminhão vem buscar esse leite para transportá-lo até a indústria, o que diminui o gasto com transporte. A equação também tem aplicabilidade em iogurtes quando o mesmo entra em equilíbrio térmico com o meio.

Para o desenvolvimento da modelagem matemática da Lei de resfriamento de Newton diz que um corpo com temperatura T que não possui internamente nenhuma fonte de calor, quando deixado em um meio ambiente, tende àquela do meio que o cerca (T_m), assim, se a temperatura do corpo T é menor que a temperatura ambiente (T_m), este corpo se aquecerá e, caso contrário, se resfriará. A temperatura do corpo será, pois, uma função contínua do tempo, $T(t)$ (SILVA, 2014)

Verifica-se experimentalmente que quanto maior for a diferença entre a temperatura do ambiente e a do corpo, mais rápido, será a variação de $T(t)$. Isto é evidenciado de forma precisa pela Lei de Variação de Temperatura enunciada por Isaac Newton. Neste modelo matemático, a temperatura do corpo nunca atingirá a temperatura T_m (teoricamente $T \rightarrow T_m$ quando $t \rightarrow \infty$). Essa modelagem é representada pela figura 1, o qual relaciona o binômio tempo e temperatura.

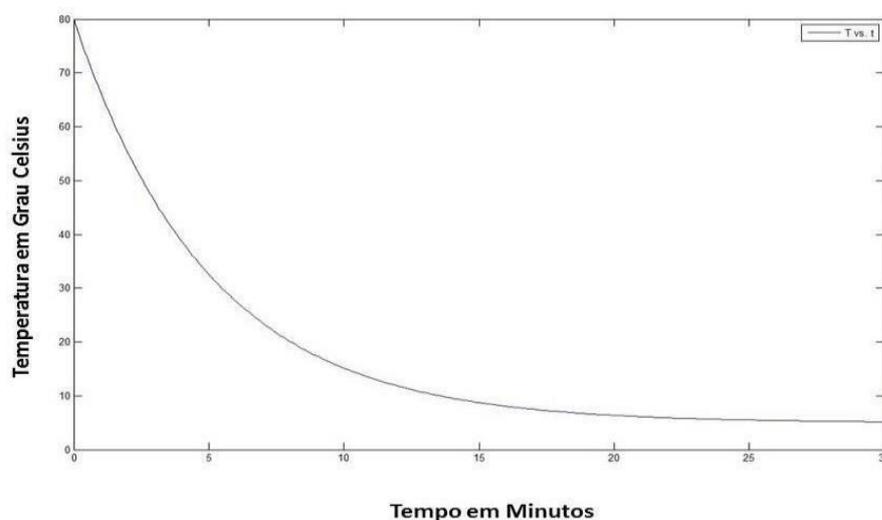


Figura 1 – Visualização dos dados da temperatura pelo tempo.

Fonte: (SOUZA; TRINDADE, 2014)

Sobre a transferência de calor, um modelo real simples que trata sobre a troca de calor de um corpo com o meio ambiente em que o mesmo está colocado, aceita três hipóteses simplificadoras:

A temperatura $T = T(t)$ depende do tempo t e é a mesma em todos os pontos do corpo.

A Temperatura T do meio ambiente permanece constante ao longo da experiência.

A taxa de variação da temperatura com relação ao tempo t é proporcional à diferença entre a temperatura do corpo e a temperatura do meio ambiente.

A montagem e resolução da equação diferencial assumem como verdadeiras estas hipóteses e, dessa forma

$$\frac{dT}{dt} = -k(T - m)$$

Assim, podemos verificar que a constante de proporcionalidade k depende de diversos fatores, a equação diferencial que rege este processo de variação de temperatura é uma equação diferencial de 1ª ordem e 1º grau de variáveis separáveis, que pode ser transformada em

$$\frac{dT}{dt} = -k(T - m)$$

$$\frac{dT}{(T - Tm)} = -k dt$$

Integrando ambos os membros temos;

$$\int \frac{dT}{(T - Tm)} = - \int k dt$$

$$\ln(T - Tm) = -kt + k_0$$

Da definição de logaritmo, vem;

$$T - Tm = e^{-kt + k_0}$$

$$T - Tm = e^{-kt} \cdot e^{k_0}$$

Como $e^{k_0} = C$ tem-se;

$$T - Tm = C \cdot e^{-kt}$$

E a solução geral da equação diferencial será:

$$T(t) = Tm + C \cdot e^{-kt}$$

Sabe-se que a temperatura inicial do corpo é $T(0) = T_0$ então substituindo $t = 0$ na solução da equação, podemos obter o valor da constante C que aparece na solução geral.

$$T(t) = T_m + C \cdot e^{-kt}$$

$$T(0) = T_m + C \cdot e^{-k \cdot 0}$$

$$T_0 = T_m + C \cdot 1$$

$$C = T_0 - T_m$$

Assim, a temperatura de um corpo em qualquer momento é dada pela função:

$$T(t) = T_m + (T_0 - T_m)e^{-kt}$$

Assim pode se calcular com exatidão a taxa de variação do binômio tempo temperatura de acordo com a lei de resfriamento de Newton.

3 | METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada por meio de uma parceria entre a Cooperativa Agropecuária do salgado Paraense, localizada no Município de Vigia de Nazaré-Pá, Incubadora tecnológica de desenvolvimento e inovação de cooperativas e empreendimentos solidários (INCUBITEC) - IFPA e uma Prática acadêmica do curso de engenharia de alimentos (Projeto Integrador) que visa a integração das disciplinas do curso na prática.

A natureza da pesquisa é qualitativa, uma vez que viabiliza a aplicação de equações Diferencial ordinárias nas disciplinas específicas de tecnologia de alimentos do curso, trata-se de um estudo de casos acerca da viabilidade da implementação de equações no cotidiano da engenharia de alimentos.

A pesquisa foi realizada na sede da cooperativa em Vigia de Nazaré-Pá em período de processamento de logurte, durante dois dias, período no qual de acordo com o fluxograma de processamento local, ocorre a fermentação do produto. Durante todo o processamento foi observado as etapas do fluxograma, por outro lado para a obtenção de dados utilizados na equação foi analisado com mais ênfase o momento em que o leite sai do pasteurizador de placas para a fermentadora, onde ocorre a atividade microbiana.

Os dados obtidos através do painel de controle da fermentadora e do pasteurizador foram anotados e guardados para uso posterior, os instrumentos utilizados foram uma fermentadora, um pasteurizador de placas e prancheta para anotação, o procedimento metodológico ficou restrito no acompanhamento da produção e aplicação da equação.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando pasteurizado, o leite vai para a iogurteira e chega com temperatura entorno de 78°C e ele é resfriado até os 40°C, foi calculado de acordo com a lei de resfriamento de Newton, o leite pasteurizado, de temperatura inicial T, foi colocado em uma iogurteira de

temperatura T_m de certa forma que $T \neq T_m$, o corpo de maior temperatura perderá calor até que fique em equilíbrio térmico com o meio.

Expressa na equação:

$$\frac{dT}{dt} = -k(T - T_m)$$

Sendo que $-K$ é uma constante que depende de fatores como material do objeto, estado físico, viscosidade entre outros; T é a temperatura do objeto; T_m é a temperatura do meio ambiente; t é o tempo.

Assim pode-se calcular a taxa de variação da temperatura do leite pasteurizado quando for levado à iogurteira.

$$\frac{dT}{dt} = -k(T - T_m)$$

$$\frac{dT}{(T - T_m)} = -k dt$$

$$\int \frac{dT}{(T - T_m)} = - \int k dt$$

$$\ln|T - T_m| = -k \cdot t + c$$

$$T = e^{-k \cdot t + c} + T_m$$

$$T = C \cdot e^{-k \cdot t} + T_m$$

$$T_{(0)} = T_0 \rightarrow T_0 = C \cdot e^{k \cdot (0)} + T_m$$

$$T_0 = C \cdot 1 + T_m$$

$$C = T_0 - T_m$$

$$T = (T_0 - T_m) \cdot e^{-k \cdot t} + T_m$$

O leite, após o processo de pasteurização, tem temperatura inicial de 80°C e é bombeado para a iogurteira, que opera com temperatura constante de 40°C para a fermentação. Depois de 30 minutos a temperatura do leite pasteurizado era de 71°C. Quanto tempo levará para o leite pasteurizado alcançar o equilíbrio térmico com a iogurteira de forma natural?

$$\text{Dados: } T_0 = 80^\circ\text{C} / T_m = 40^\circ\text{C} / t = 30 \text{ min.} / T = 71^\circ\text{C}$$

$$T = T_m + (T_0 - T_m)e^{-k \cdot t}$$

Primeiramente, acha-se a constante K para posterior obtenção da temperatura (T) no tempo (t) indicado:

$$T(15) \rightarrow 71^\circ\text{C} = 40 + (80 - 40) \cdot e^{-K(30)}$$

$$71 - 40 = 40 \cdot e^{-K \cdot (30)}$$

$$31 = 40 \cdot e^{-30K}$$

$$e^{-30 \cdot k} = \frac{31}{40}$$

$$e^{-30 \cdot k} = 0,775$$

$$-30K = \ln|0,775|$$

$$-30K = -0,2548$$

$$k = \frac{-0,2548}{-30}$$

$$k = 0,00849$$

Ao achar a constante K, calcula-se o tempo que levará para o leite entrar em equilíbrio térmico com a temperatura da iogurteira.

T = 7,1 → Quando o corpo aproxima-se do equilíbrio térmico com o meio.

$$40,1 = 40 + (80 - 40) \cdot e^{-0,00849t}$$

$$40,1 - 40 = 40 \cdot e^{-0,00849t}$$

$$0,1 = 40e^{-0,00849 \cdot t}$$

$$e^{-0,00849t} = \frac{0,1}{40}$$

$$e^{-0,00849t} = 0,0025$$

$$0,00849t = \text{Ln}|0,0025|$$

$$-0,00849t = -5,99$$

$$t = \frac{-5,99}{-0,00849}$$

$$t = 705,70 \text{ min.}$$

$$t = 11,76 \text{ horas.}$$

Dessa forma, a Lei de Arrefecimento de Newton ajuda a prever o tempo necessário para atingir a temperatura do leite para inoculação do fermento lácteo.

Quando Piovesan (2015) faz a mesma equação com relação ao tempo de resfriamento do leite cru, ele percebe que o leite leva 1 h e 45 min para chegar a temperatura de 4°C. evidenciando que há a possibilidade da implantação da equação na prática.

5 | CONCLUSÃO

Após análise de dados de literaturas acerca da lei de resfriamento de Newton, assim como o desenvolvimento da equação feita com o iogurte da cooperativa, foi possível observar que as equações estão muito presentes no cotidiano do aluno do curso e que pode servir como incremento na formação acadêmica.

REFERÊNCIAS

ALITOLIF, S. S. **Algumas Aplicações das Equações Diferenciais**. Ji Paraná: UNIR, 2011.

BOYCE, W. E.; DIPRIMA, R. C. **Equações Diferenciais elementares e problemas de valores de contorno**. Richard C. DiPrima; tradução e revisão técnica Valéria de Magalhães Iorio. 10ª ed. Rio Janeiro: LTC, 2015.

BRONSON, R.; COSTA, G. **Equações diferenciais**, 3 ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2008.

CORRALLO, M, V; JUNQUEIRA, A. de C. **A Lei de esfriamento de Newton utilizando a automatização da tomada dos dados por meio do Arduino**. XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2015.

D'AMBROSIO, U. **Da realidade à ação: reflexões sobre educação e matemática**. 1ª ed. São Paulo: Summus, 1986.

LISBOA, J.; LUCINO, M. A.; LISBOA, J.; LUCINO, M. A. **A importância da teoria e prática nas aulas de matemática**. Ivaiporã: FIVI, 2015. Ivaiporã: FIVI, 2015.

PEREIRA, I, M,; BARBOSA, C, M. Teoria e Prática na Lei de Resfriamento de Newton. **Ensino da Matemática em Debate (ISSN 2358-4122)**, v. 5, n. 1, p. 45-53, 2018.

PIOVESAN C.; BORÉ, L, A; DESCOVI, D, R; DOMENICO, C, N, B, D. **Modelagem matemática do Resfriamento do leite usando Equações Diferenciais Ordinárias**. 2015. SIAS, D, B; TEIXEIRA, R, M, R. Resfriamento de um corpo: a aquisição automática de dados propiciando discussões conceituais no laboratório didático de Física no Ensino Médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 23, n. 3, p. 361-382, 2006.

SILVA, J. S. F. da. **Sobre o Problema da Variação de Temperatura de um Corpo**. CONNECTION LINE, n. 5, 2014.

SOUZA, L. F. **Um experimento sobre a dilatação térmica e a lei de resfriamento**. 2017. 26.f. Monografia de Conclusão de Curso – Licenciatura em Física -departamento de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

SOUSA, A. G. dos S; TRINDADE, C. M. **A Lei de Arrefecimento de Newton e sua Ocorrência em Livros Didáticos**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Física) - Intituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Campus Bragança. Bragança - Pará, 2014.

SOUZA, M.. **Equações Diferenciais**. Florianópolis: UFSC, 2006.

THOMAS, L, R. **O uso de equações diferenciais na modelagem de sistemas naturais e outros**. 2013.

ZILL, D. G.; CULLEN, M. R. **Equações Diferenciais**, volume 1. Tradução Antonio Zumpano, revisão técnica: Antônio Pertence Jr. São Paulo: Pearson Makron /books, 2001.

MORFOFISIOLOGIA E PRODUÇÃO DE FEIJÃO-CAUPI, CULTIVAR BRS NOVAERA, EM FUNÇÃO DA DENSIDADE DE PLANTAS

Data de aceite: 01/07/2020

Antônio Aécio de Carvalho Bezerra

Universidade Federal do Piauí. Departamento de Planejamento e Política Agrícola. Teresina – Piauí. <http://lattes.cnpq.br/6689119106103669>.

Adão Cabral das Neves

Embrapa Meio-Norte. Teresina – Piauí. <http://lattes.cnpq.br/7447248403966882>

Francisco de Alcântara Neto

Universidade Federal do Piauí. Departamento de Fitotecnia. Teresina – Piauí. <http://lattes.cnpq.br/6336548023961495>

José Valdenor da Silva Júnior

Universidade Federal do Piauí. Bom Jesus – Piauí. <http://lattes.cnpq.br/4627854830704428>

Romário Martins Costa

Mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Agricultura Tropicada da Universidade Federal do Piauí. Teresina – Piauí. <http://lattes.cnpq.br/8193853986166353>

Lucélia de Cássia Rodrigues de Brito

Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Agricultura Tropicada da Universidade Federal do Piauí. Teresina – Piauí. <http://lattes.cnpq.br/2353936927101724>

RESUMO: Objetivou-se neste estudo avaliar características morfofisiológicas e produtivas, em uma variedade moderna de feijão-caupi, cv BRS

Novaera, submetida a diferentes densidades de plantas. O experimento foi conduzido no município de Alvorada do Gurguéia – PI, sob irrigação por aspersão quando foram avaliadas cinco densidades de plantas (100, 200, 300, 400 e 500 mil plantas ha⁻¹) no delineamento de blocos completos casualizados com quatro repetições. O aumento da população de 100 mil para 500 mil plantas ha⁻¹ provocou reduções de 78,18% no número de ramos laterais, 66,53% no número de vagens por planta, 59,53% no rendimento de grãos e, em média, de 65,76% e 72,65% para a biomassa e área foliar da planta, respectivamente. O comprimento de vagem e o peso de cem grãos não foram influenciados significativamente pelas diferentes populações de plantas. As diferentes densidades de plantas promoveram mudanças significativas na morfofisiologia, nos componentes de produção e no rendimento de grãos da cultivar.

PALAVRAS-CHAVE: *Vigna unguiculata*. População de plantas. Taxa de crescimento. Rendimento de grãos.

MORPHOPHYSIOLOGY AND YIELD OF COWPEA, CV BRS NOVAERA, DEPENDING ON PLANT DENSITY

ABSTRACT: The objective of this study was to

evaluate morphophysiological and productive characteristics from a modern variety of cowpea, cv BRS Novaera, under different plant densities. The experiment was conducted out at city of Alvorada do Gurguéia - PI, under irrigation system when they were evaluated five plant populations (100; 200; 300; 400 and 500 thousand plants per hectare) in a randomized complete block design with four replications, using BRS Novaera. The increase in population from 100 thousand to 500 thousand plants ha⁻¹ led to reductions of 78.18% in the number of branches, 66.53% in the number of pods per plant, 59.53% in grain yield and, on average, of 65.76% and 72.65% for biomass and plant leaf area, respectively. The pod length and weight of on hundred seeds was not significantly influenced by different plant populations. The different plant densities promoted significant changes in morphological and physiological characteristics, yield components and grain yield.

KEYWORDS: *Vigna unguiculata*. Plant population. Growth rate. Grain yield.

1 | INTRODUÇÃO

A cultura do feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] tende a desempenhar um papel cada vez mais importante no contexto da segurança alimentar dos povos das regiões tropicais e subtropicais com alta instabilidade pluviométrica e baixo nível tecnológico.

Devido ao seu potencial nutricional, com alto teor proteico, energético, de fibras alimentares e de minerais (FROTA et al., 2008), bem como, pela facilidade de produção e de acessibilidade, o feijão-caupi constitui-se em uma das principais culturas alimentares, especialmente para as populações carentes das regiões Norte e Nordeste do Brasil, historicamente caracterizadas pela deficiência energético-proteica e de minerais. Porém, nestas regiões, a cultura apresenta baixos rendimentos de grão com médias de 432 e 524 kg ha⁻¹, respectivamente (IBGE, 2009).

Segundo Henderson et al. (2000), para qualquer cultura, o conhecimento do arranjo de plantas mais adequado é essencial para a maximização econômica da produção. No feijão-caupi, segundo Bezerra et al. (2008; 2009), o adensamento de plantas provoca reduções no número de ramos laterais, número de vagens por planta e na produção de grãos por planta, porém, não influencia significativamente o peso de cem grãos.

O número de ramos laterais e suas características, tais como comprimento e ângulo de inserção, influenciam diretamente a arquitetura da planta e o rendimento de grãos e, conforme, Mendes et al. (2005) e Bezerra et al. (2008; 2009), diminuem significativamente com o aumento da população de plantas.

O desenvolvimento de cultivares com alto potencial de rendimento de grãos e arquitetura de plantas adequada aos cultivos adensados e à colheita mecanizada visam atender às exigências dos sistemas tecnificados e tem viabilizado o cultivo do feijão-caupi em grandes áreas, como cultura principal ou de safrinha, especialmente nos cerrados piauienses, onde se observa aumentos significativos da área plantada. Aumentos no

rendimento de grãos em resposta a maior população de plantas são reportados por Naim e Jabereldar (2010); Njoku e Muoneke (2008).

O manejo da densidade de plantas tem entre outros objetivos, aumentar a eficiência do dossel na interceptação da radiação incidente em relação ao tempo e unidade de área. Oroka e Omoregie (2007) enfatizam que aumentos na densidade populacional do feijão-caupi, podem aumentar a interceptação da radiação solar e a eficiência de seu uso.

Mendes et al. (2005) trabalhando com feijão-caupi, observaram que a porcentagem de luz interceptada e o índice de área foliar tiveram um incremento de 50% e 206,5%, respectivamente, quando a população foi aumentada de 41.666 para 166.666 plantas ha¹.

A expressão do potencial produtivo do feijão-caupi depende da combinação favorável de um conjunto de fatores, destacando-se dentre eles, a densidade populacional, a qual influencia diretamente as características morfológicas, fisiológicas e de rendimento de grãos, bem como, o aproveitamento dos recursos tecnológicos, ambientais e de manejo.

Assim, tanto nos sistemas tecnificados, quanto nos tradicionais, há a necessidade de informações sobre as alterações imputadas na fisiologia e nos componentes de produção das variedades modernas de feijão-caupi, quando submetidas a diferentes densidades de plantio. Makoi et al. (2009) sugerem que a otimização da densidade de plantas em feijão-caupi poderia aumentar a fixação de N₂ por área, contribuindo significativamente, segundo Belane e Dakora (2010), para uma economia de N₂ nos solos e aumentos de produtividade.

O objetivo deste trabalho foi avaliar características morfofisiológicas e produtivas, em uma variedade moderna de feijão-caupi, cv BRS Novaera, submetida a diferentes densidades de plantas.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado no ano agrícola de 2009/2010 na área experimental da Embrapa Meio-Norte, em Alvorada do Gurguéia – PI, localizada a 8°22'30" S, 43°50'48" W e 232 metros de altitude, sob irrigação por aspersão. O solo do tipo Latossolo Amarelo apresentou composição granulométrica média de 63 g kg⁻¹ de areia grossa, 229 g kg⁻¹ de areia fina, 116 g kg⁻¹ de argila e 22 g kg⁻¹ de silte, e os seguintes atributos químicos na camada de 0-20 cm de profundidade: pH 6,2 em CaCl₂; MO, 17,4 g kg⁻¹; P, 10,4 mg dm⁻³ (resina); K, 17,2 mmol_c dm⁻³; Ca, 18,7 mmol_c dm⁻³; Mg, 15,1 mmol_c dm⁻³; Na, 13 mmol_c dm⁻³; Al, 0,0 mmol_c dm⁻³; H+Al, 23 mmol_c dm⁻³; CTC 59,1 mmol_c dm⁻³; e saturação por bases de 62,3%. A área experimental foi preparada com uma aração e duas gradagens e irrigada, nos dois dias que antecederam o plantio, com uma lâmina d'água de 40 mm. Com base no resultado da análise de solo, optou-se por não fazer a adubação química da área experimental.

Foram avaliadas cinco populações de plantas (100, 200, 300, 400 e 500 mil plantas ha⁻¹) no delineamento de blocos completos casualizados com quatro repetições, utilizando-se a cultivar BRS Novaera, que segundo Freire Filho et al. (2008), apresenta porte semi-ereto, ciclo médio de 65 a 70 dias, recomendada em populações de 200 a 250 mil plantas ha⁻¹, para cultivos empresariais e familiares. As parcelas experimentais, com área total de 7,2 m² (4 m x 1,8 m), foram constituídas por quatro fileiras de quatro metros de comprimento, espaçadas de 0,45 m, com uma área útil de 2,7 m².

A semeadura foi realizada manualmente em 04 de setembro de 2010, sendo distribuídas duas sementes por cova com objetivo de assegurar o estande inicial pré-estabelecido. O desbaste foi realizado quinze dias após a semeadura, deixando-se apenas uma planta por cova. Durante o ciclo, foram realizadas quatro capinas manuais.

No controle fitossanitário foram efetuadas pulverizações à base de thiamethoxan na concentração de 3,75 g L⁻¹, i.a. para o controle de cigarrinha verde (*Empoasca kraemerii* Ross e Moore), pulgões (*Apis cracivora* Koch) e Moscas Branca (*Bemisia tabaci* Genn).

Foram avaliados os seguintes caracteres: número de ramos laterais (NRL); número de vagens por planta (NVP); comprimento de vagens (CPV), em cm; peso de cem grãos (PCG), em g; rendimento de grãos (REND), correspondendo à produção total de grãos na área útil da parcela, transformada para kg ha⁻¹; a área foliar da planta (AFP), em cm², e a matéria seca da planta (MSP), em g, foram medidos aos 20 e 35 dias após a semeadura (DAS) e taxa de crescimento da cultura (TCC), em g m⁻² dia⁻¹.

O NRL e o NVP representam a média de cinco plantas por parcela. O CPV corresponde a média de dez vagens, escolhidas ao acaso em cada parcela. O PCG foi obtido considerando-se a média de três amostras de cem grãos, por parcelas, com aproximadamente 13% de umidade.

A área foliar da planta, em cm², corresponde à média de três plantas individuais por parcela, e foi determinada com o medidor eletrônico de área LI-COR (Lincoln, NE, USA) modelo 3100, considerando-se apenas uma face do limbo foliar.

A taxa de crescimento da cultura foi obtida através da equação:

$$TCC = \frac{MS_2 - MS_1}{S} \cdot \frac{1}{t_2 - t_1}, \text{ onde:}$$

MS₁ e MS₂ – matéria seca média da parte aérea de três plantas por parcela aos 20 e 35 DAS, respectivamente;

S – área do terreno ocupada pela planta; e

t₁ e t₂ - tempo em dias que correspondem a 20 e 35 DAS, respectivamente;

Os dados foram analisados por meio da análise de variância (teste F a 5% de probabilidade) com regressão polinomial para identificação do modelo mais explicativo. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software ASSISTAT 7.6.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de regressão revelou para o NRL efeitos quadráticos ($p < 0,05$) da população de plantas e $R^2 = 0,997$. Verificaram-se decréscimos de 92,10% e 78,20% no número de ramos laterais, respectivamente, para as populações de 500 mil e 300 mil plantas ha^{-1} quando comparadas com a de 100 mil plantas ha^{-1} , sendo que 69,54% da redução total ocorreu quando a população foi aumentada de 100 mil para 300 mil plantas ha^{-1} (Figura 1). Estes resultados demonstram que o NRL é muito influenciado pela população de plantas, e que as reduções verificadas em resposta ao adensamento são consequências do aumento da competição intra-planta imposta nas maiores densidades. Reduções no NRL em resposta à maior densidade de plantas foram obtidas por Bezerra et al., 2009; Brathwaite, 1982; Mendes et al., 2005.

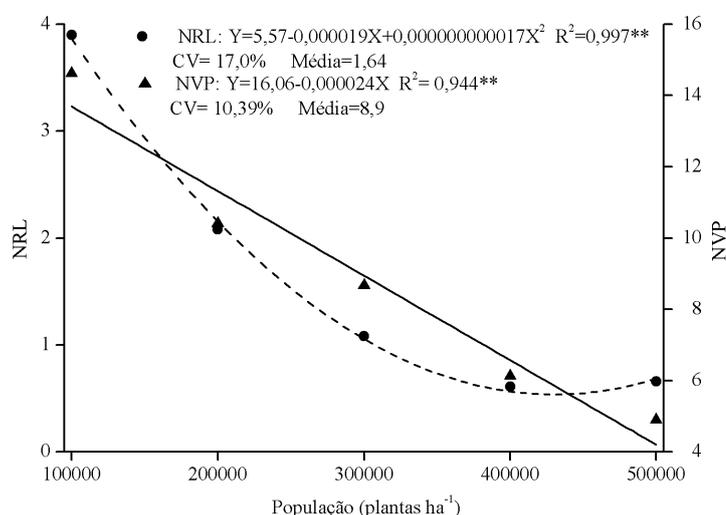


Figura 1. Número de ramos laterais (NRL) e número de vagens por planta (NVP) em feijão-caupi, cv BRS Novaera, em função da população de plantas por hectare. Alvorada do Gurguéia, PI. ** Significativo ($p < 0,01$).

Esta relação inversa implica também em uma menor área foliar por planta, o que afeta conforme Said et al. (2007) a produção e a partição da biomassa, bem como, a produção de grãos por planta e por área.

O NVP é um dos principais componentes de produção do feijão-caupi e apresentou decréscimos lineares em função da população de plantas ($p < 0,05$) com $R^2 = 0,944$ e redução de 66,48% quando comparadas às populações de 100 mil e 500 mil plantas ha^{-1} , as quais apresentaram em média 14,62 e 4,90 vagens por planta, respectivamente. Houve reduções de 40,72% no NVP quando a população foi aumentada de 100 mil para 300 mil plantas ha^{-1} , o que representa 61,22% da redução total, e de 43,51%, quando comparadas às populações de 300 e 500 mil plantas ha^{-1} (Figura 1). A redução no NVP está diretamente relacionada à redução verificada no NRL, indicando que a grande maioria

das vagens é produzida nos ramos laterais.

Reduções no NVP em resposta ao aumento da população de plantas por hectares foram obtidas também por Cardoso e Ribeiro (2006); Bezerra et al. (2009); Lemma et al. (2009); Naim e Jabereldar (2010).

O comprimento de vagem não foi afetado significativamente pelas populações de plantas e apresentou média de 14,99 cm, concordando com as características da cultivar BRS Novaera apresentadas por Freire Filho et al. (2008).

O PCG com média de 24,4 g, não foi influenciado significativamente pelas diferentes populações de plantas, mostrando que, mesmo com o incremento da competição entre e intra-planta suscitada nas maiores densidades, a quantidade de matéria seca translocada e armazenada nos grãos não foi alterada, possibilitando assim, a manutenção do peso específico, e conseqüentemente, a qualidade fisiológica dos grãos. Este resultado concorda com os obtidos por Njoku e Muoneke (2008), Santos et al. (2008), Bezerra et al. (2009), Lemma et al. (2009).

O rendimento de grãos apresentou resposta linear negativa ($p < 0,01$) em função da população de plantas com $R^2 = 0,983$. Verificou-se uma redução de 60,05% no rendimento de grãos quando comparadas às populações de 100 mil e 500 mil plantas ha^{-1} , as quais apresentaram médias de 1.274,91 e 509,35 $kg\ ha^{-1}$, respectivamente (Figura 2).

Os decréscimos verificados no rendimento de grãos em função do aumento da população de plantas foram de 30,75% quando comparadas as populações de 100 e 300 mil plantas ha^{-1} , que representaram 48,79% da redução total, e de 42,31% quando comparadas as populações de 300 e 500 mil plantas ha^{-1} , representando 29,54% da redução total.

A média de rendimento de grãos quando consideradas as populações de 100 e 200 mil plantas ha^{-1} foi de 1.147,70 $kg\ ha^{-1}$, e quando consideradas as populações de 400 e 500 plantas ha^{-1} , foi de 602,70 $kg\ ha^{-1}$. Estas duas médias representam um acréscimo de 5,9% e um decréscimo de 44,4%, respectivamente, em relação à média geral de 1.083,8 $kg\ ha^{-1}$ obtida por Freire Filho et al. (2008) para cultivar BRS Novaera em 41 ensaios realizados em oito estados no período de 2004 a 2006 com populações de 200 a 250 mil plantas ha^{-1} . Obadoni et al. (2009) observaram reduções na produção de grãos de quatro variedades de feijão-caupi em resposta a aumentos na densidade de plantas. Reduções no rendimento de grãos em função do adensamento são reportadas por Morgado (2006).

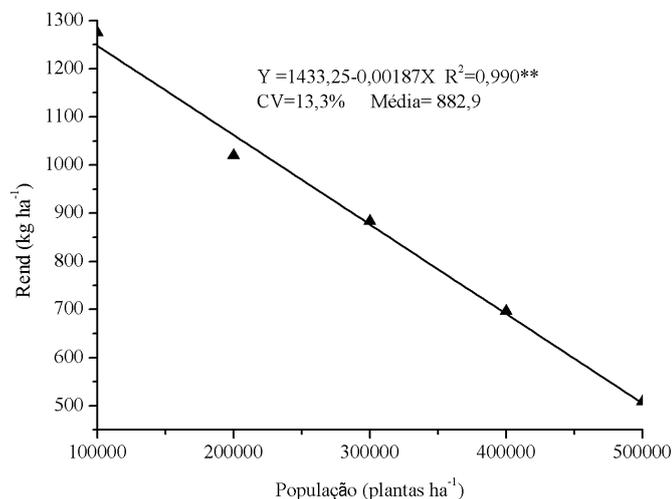


Figura 2. Rendimento de grãos (Rend) em feijão-caupi, cv BRS Novaera, em função da população de plantas por hectare. Alvorada do Gurguéia, PI. ** Significativo ($p < 0,01$).

As reduções verificadas para o NRL e NVP justificam os resultados obtidos para o rendimento de grãos e indicam que a BRS Novaera é influenciada negativamente pelo aumento da competição entre e intraespecífica suscitada nas maiores populações..

Quando comparadas as populações de 100 e 500 mil plantas ha⁻¹ as produções de fitomassa por plantas sofreram reduções de 51,37%, aos 20 DAS, e de 75,38%, aos 35 DAS. (Figura 3). O efeito negativo mais drástico do adensamento sobre a MSP no final da fase vegetativa (35 DAS) é justificado pela ocorrência, nesta fase, de um maior sombreamento das partes mediana e inferior do dossel, o que reduz a porcentagem de radiação efetiva interceptada e a eficiência do processo fotossintético.

Na média das duas leituras, aos 20 e 35 DAS, a matéria seca das plantas nas populações de 100 e 400 mil plantas ha⁻¹ foram superiores em 222,87% e 18,59% respectivamente, quando comparadas com a população de 500 mil plantas ha⁻¹. Demonstrando que os níveis mais elevados de adensamento limitam de sobremaneira a capacidade da cultivar em produzir e armazenar matéria seca. Resultados de Qasem e Biftu (2010) relatam diminuição da matéria seca da planta em resposta a aumentos na densidade de plantas ha⁻¹.

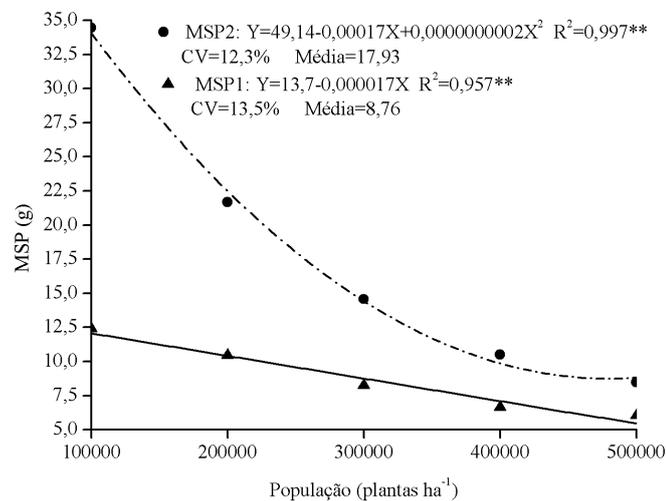


Figura 3. Matéria seca da planta aos 20 (MSP1) e 35 DAS (MSP2) em feijão-caupi, cv BRS Novaera, em função da população de plantas por hectare. Alvorada do Gurguéia, PI. ** Significativo ($p < 0,01$).

Na população de 100 mil plantas ha⁻¹, a matéria seca da planta aumentou em 177,38% passando de 12,42 g, aos 20 DAS, para 34,45 g, aos 35 DAS, enquanto que na população de 500 mil plantas ha⁻¹, o acréscimo na matéria seca da planta, considerado o mesmo intervalo de 15 dias, foi de apenas 40,39%.

A área foliar da planta, aos 20 e 35 DAS (Figura 4), sofreu reduções de 64,88% e 80,34% respectivamente, quando comparadas as populações de 100 e 500 mil planta ha⁻¹. A redução na AFP está diretamente relacionada com a redução de 82,9% no NRL quando comparadas as populações de 100 e 500 mil planta ha⁻¹. Reduções no rendimento de grãos em resposta a diminuição da área foliar em feijão-caupi são reportados Said et al. (2007).

Os resultados para MSP e AFP, demonstram que o adensamento eleva bastante o nível de competição entre e intraplanta pelos fatores de produção, especialmente luz e têm reflexos negativos diretos na capacidade fotossintética da planta, na produção e acúmulo de biomassa, e na produtividade de grãos. A capacidade de produzir matéria seca de uma cultura em condições hídricas e nutricionais satisfatórias dependerá, em último caso, do grau de exploração da radiação solar, e segundo Taiz e Zeiger (2009), apenas 5% da radiação solar incidente é convertida em carboidratos pela folha.

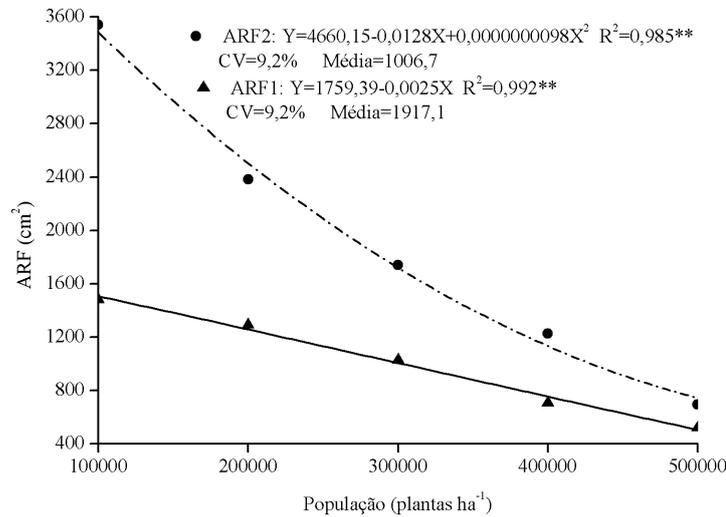


Figura 4. Área foliar da planta aos 20 DAS (ARF1) e 35 DAS (ARF2) em feijão-caupi, cv BRS Novaera, em função da população de plantas por hectare. Alvorada do Gurguéia, PI. ** Significativo ($p<0,01$).

A taxa de crescimento da cultura (TCC) diminuiu em resposta ao aumento da densidade de plantas, porém, com intensidade diferente conforme o intervalo populacional considerado. Quando comparadas as populações de 100 e 300 mil plantas ha⁻¹ a redução foi de 3,0%, enquanto que, em relação às populações de 300 e 500 mil plantas ha⁻¹ a redução foi de 40,9%. Estes resultados demonstram que o nível de competição entre e intraplanta estabelecidos em função do aumento das populações de plantas, provocam reduções mais intensas na TCC da BRS Novaera a partir de 300 mil plantas ha⁻¹.

Os resultados obtidos para TCC podem ser justificados pelas reduções verificadas na área foliar e matéria seca (Figuras 3 e 4), haja vista que estas variáveis estão diretamente relacionadas ao crescimento das plantas.

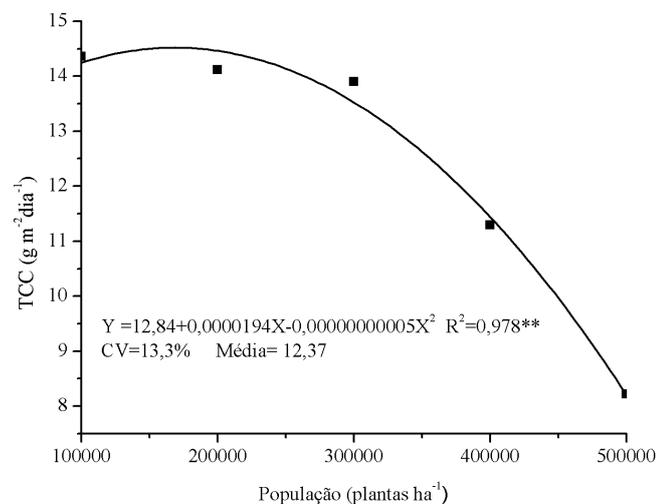


Figura 5. Taxa de crescimento da cultura, em g m⁻² dia⁻¹, em feijão-caupi, cv BRS Novaera, em função da população de plantas por hectare (X). Alvorada do Gurguéia, PI. ** Significativo ($p<0,01$).

4 | CONCLUSÕES

Alterações na população de plantas por hectare promovem mudanças significativas na morfologia e nos componentes de produção da cultivar BRS Novaera

O peso de cem grãos e o comprimento de vagem não são afetados pelas diferentes densidades de plantas.

O aumento da população de plantas reduz a produção de grãos por planta e o rendimento de grão da cultivar.

A taxa de crescimento da cultivar é reduzida com maior intensidade a partir da população de 300 mil plantas ha⁻¹.

AGRADECIMENTO

À Embrapa Meio-Norte pela área experimental e pelo apoio concedido para realização do experimento.

REFERÊNCIAS

BELANE, A. K.; DAKORA, F. D. Symbiotic N₂ fixation in 30 field-grown cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) genotypes in the Upper West Region of Ghana measured using ¹⁵N natural abundance. **Biol Fertil Soils**, Hannover, v. 46, n. 2, p. 191-198, 2010.

BEZERRA, A. A. de C. et al. Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi submetidas a diferentes densidades populacionais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 85-93, 2008.

BEZERRA, A. A. de C. et al. Características de dossel e de rendimento em feijão-caupi ereto em diferentes densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 10, p. 1239-1245, 2009.

BRATHWAITE, R. A. I. Bodie bean responses to changes in plant density. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, n. 4, p. 593-596, 1982.

CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q. Desempenho agrônomo do feijão-caupi, cv. Rouxinol, em função de espaçamento entre fileiras e densidades de plantas sob regime de sequeiro. **Revista Ciência Agrônoma**, Fortaleza, v. 37, n. 1, p. 102-105, 2006.

FREIRE FILHO, F. R. et al. **BRS Novaera**: cultivar de feijão-caupi de porte semi-ereto. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. 4p. (Comunicado Técnico, 215).

FROTA, K. M. G.; SOARES, R. A. M.; ARÊAS, J. A. G. Composição química do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), cultivar BRS Milênio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 407-476, 2008.

HENDERSON, T. L.; JOHNSON, B. L.; SCHNEITER, A. A. Row spacing, plant population, and cultivar effects on grain amaranth in the northern Great Plains. **Agronomy Journal**, Madison, v. 92, n. 2, p. 329-336, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 777 p.

LEMMA, G.; WORKU, W.; WOLDEMICHAEL, A. Moisture and planting density interactions affect productivity

in cowpea (*Vigna unguiculata*). **Journal of Agronomy**, v. 8, n. 4, p. 117-123, 2009.

MAKOI, J. H. J. R.; CHIMPHANGO, S. B. M.; DAKOTA, F. D. Effect of legume plant density and mixed culture on symbiotic N₂ fixation in five cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] genotypes in South Africa. **Symbiosis**, Balaban, v. 48, n. 1-3, p. 57-67, 2009.

MENDES, R. M. de S. et al. Alterações na relação fonte-dreno em feijão-de-corda submetido a diferentes densidades de plantas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n. 1, p. 82-90, 2005.

MORGADO, L. B. Estudo sobre densidade de plantio de sorgo e feijão-caupi consorciados no semiárido brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 3, p. 357-363, 2006.

NAIM, A. M.; JABERELDAR, A. A. Effect of Plant density and Cultivar on Growth and Yield of Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, Amman, v. 4, n. 8, p. 3148-3153, 2010.

NJOKU, D. N.; MUONEKE, C. O. Effect of cowpea planting density on growth, yield and productivity of component crops in cowpea/cassava intercropping system. **Journal of Tropical Agriculture, Food, Environment and Extension**, Nigéria, v. 7, n. 2, p. 106-113, 2008.

OBADONI, B. O.; MENSAH, J. K.; IKEM, O. Varietal response of four cowpea cultivars (*Vigna unguiculata* L. Walp) to different densities of guinea grass (*Panicum maximum*). **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 8, n. 20, p. 5275-5279, 2009.

OROKA, F. O.; OMEREGIE, A. U. Competition in a rice - cowpea intercrop as affected by nitrogen fertilizer and plant population. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 64, n. 6, p. 621-629, 2007.

QASEM, J. R.; BIFTU, K. N. Growth analysis and responses of cowpea [*Vigna Sinensis* (L.) Savi Ex Hassk.] and redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.), grown in pure and mixed stands, to density and water stresses. **The Open Horticulture Journal**, New Delhi, v. 3, p. 21-30, 2010.

SAID, M. et al. Leaf harvesting initiation time and frequency affect biomass partitioning and yield of cowpea. **Crop Science**, Madison, v. 47, p.1159-1166. 2007.

SANTOS, C. A. F. et al. Comportamento agronômico e qualidade culinária de feijão-caupi no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 3, p. 404-408, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 820p.

O CONSUMO DE ESPECIARIAS E OS RISCOS ENVOLVENDO A COMERCIALIZAÇÃO EM FEIRAS LIVRES: COMO MINIMIZARMOS ESTE PROBLEMA?

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 20/05/2020

Milena da Cruz Costa

Instituição: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Cidade/Estado: Cruz das Almas - Bahia

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8347-724X>

Alexsandra Iarlen Cabral Cruz

Instituição: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Cidade/Estado: Cruz das Almas - Bahia

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2389-8071>

Mariza Alves Ferreira

Instituição: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Cidade/Estado: Cruz das Almas - Bahia

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9238-9161>

Aline Simões da Rocha Bispo

Instituição: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Cidade/Estado: Cruz das Almas - Bahia

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7672-2582>

Norma Suely Evangelista-Barreto

Instituição: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Cidade/Estado: Cruz das Almas - Bahia

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5960-0957>

RESUMO: Mundialmente, especiarias são utilizadas como agentes aromatizantes na preparação de alimentos, e amplamente comercializadas em feiras livres, na forma desidratada, moída e a granel. Muitas vezes, estes produtos chegam aos consumidores com baixa qualidade microbiológica, como resultado de falhas higiênico-sanitárias no plantio, colheita, secagem, armazenamento, transporte, moagem e manuseio. Além disso, fatores ambientais como altas temperaturas e umidade também podem afetar a qualidade das especiarias, aumentando o desenvolvimento de microrganismos deterioradores ou responsáveis por surtos de doenças veiculadas por alimentos. Outra problemática que envolve a comercialização de alimentos é a presença de cepas resistentes aos fármacos comerciais, considerado um problema de escala global decorrente do uso indiscriminado dos antimicrobianos. As bactérias resistentes encontradas nas especiarias podem estar relacionadas com a utilização de esterco na adubação, um dos fatores responsáveis pela disseminação de antimicrobianos no ambiente. Nessa perspectiva, o consumo de especiarias pode representar um risco para a saúde pública, por conter microrganismos resistentes, principalmente quando adicionadas as refeições

que não são submetidas à cocção. Diante disso, a busca por compostos naturais, como a própolis, que apresenta alto teor de polifenóis, tem atraído à atenção de pesquisadores quanto ao seu uso na conservação de alimentos, por ser uma alternativa para prolongar a vida útil do produto e minimizar a carga microbiana, devido às suas propriedades biológicas, como antibacterianas, antifúngicas e antioxidantes. O objetivo deste trabalho foi relatar os riscos microbiológicos causados pelo consumo in natura de especiarias comercializadas em feiras livres e trazer uma nova abordagem tecnológica para revestimentos edíveis em especiarias.

PALAVRAS-CHAVE: Segurança alimentar, *Piper nigrum* L., *Origanum vulgare* L., *Cinnamomum* spp., Antimicrobiano natural.

SPICE CONSUMPTION AND RISKS INVOLVING COMMERCIALIZATION IN FREE FAIRS: HOW DO WE MINIMIZE THIS PROBLEM?

ABSTRACT: Worldwide, spices are used as flavoring agents in food preparation. They are marketed in street markets, in the form of dehydrated and in most cases, ground and in bulk. However, these products can reach consumers with low microbiological quality as a result of hygienic-sanitary failures in planting, harvesting, drying, storage, transport, grinding and handling. In addition, environmental factors such as high temperatures and humidity can also affect the quality of spices, increasing the development of deteriorating microorganisms or responsible for outbreaks of foodborne diseases. Another problem that involves the commercialization of foods with high microbial load is the presence of commercial drug resistant strains, considered a global scale problem due to the indiscriminate use of these antimicrobials. Resistant bacteria found in spices may be related to the use of manure in fertilization, one of the factors responsible for the spread of antimicrobials in the environment. In this perspective, the consumption of spices may represent a risk to public health, since it contains resistant microorganisms, especially when added to the meals that are not submitted to cooking. Therefore, the search for natural compounds, such as propolis, which has a high content of polyphenol, has attracted the attention of researchers because of its use in food preservation, as it is an alternative to extend the useful life of the product and minimize the load microbial, due to its biological properties, such as antibacterial, antifungal and antioxidants. With this, the application of propolis extract brings a new technological approach to edible coatings in spices.

KEYWORDS: Food safety, *Piper nigrum* L., *Origanum vulgare* L., *Cinnamomum* spp., Natural antimicrobial.

1 | INTRODUÇÃO

Especiarias são produtos aromáticos vegetais, derivadas de partes de plantas, como folhas, rizomas, caules, flores, frutos, sementes e cascas (FOGELE et al., 2018).

Mundialmente, são utilizadas na preparação de alimentos conferindo-lhes sabor e aroma diferenciados, além de ser responsáveis por efeitos benéficos para a saúde, como a melhoria do processo digestivo (GULDIKEN et al., 2018).

As especiarias estão sujeitas à contaminação microbiana, principalmente quando são expostas às precárias condições, nas práticas agrícolas, secagem, armazenamento e transporte (GARBOWSKA; BERTHOLD-PLUTA; STASIAKROSANSKA, 2015). Por este motivo, estes produtos podem ser veículo de bactérias patogênicas quando adicionadas principalmente a alimentos que não passaram por cocção, ocasionando riscos à saúde do consumidor (NEI; ENOMOTO; NAKAMURA, 2015).

No Brasil, dados do Ministério da Saúde (MS) mostram que no período de 2009 a 2018, as especiarias estiveram envolvidas em 0,9% dos surtos alimentares, tendo como principais agentes etiológicos envolvidos, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. e *Staphylococcus aureus* (BRASIL, 2019). Dessa forma, faz-se necessário se atentar para a comercialização destes produtos em feiras livres devido às condições de higiene que muitas vezes são deficientes (MARTINS; FERREIRA, 2018). Além desses fatores, a saúde pública tem se preocupado a cada ano com a veiculação de cepas resistentes aos agentes antimicrobianos, uma vez que o nível de resistência aos fármacos registrados na última década tem sido uma séria ameaça à saúde global (WHO, 2014).

Uma alternativa para a redução da carga microbiana em produtos alimentícios é a aplicação de revestimentos edíveis que podem ser utilizados para a conservação dos alimentos em virtude da fácil aplicação e por ser uma excelente escolha para substituir os conservantes químicos (NAIR; SAXENA; KAUR, 2018). Dentre os polissacarídeos utilizados em revestimentos, o alginato de sódio, tem se destacado devido à sua capacidade de formar gel em soluções aquosas, além de agir como uma matriz eficaz na retenção de compostos bioativos (OMS-OLIU et al., 2008).

A utilização de substâncias naturais como a própolis apresenta um grande potencial para as novas tecnologias alimentícias devido à presença de compostos bioativos, como flavonoides e compostos fenólicos (POBIEGA et al., 2019). Neste contexto, o objetivo deste estudo é mostrar como a aplicação de revestimentos edíveis pode manter a qualidade das especiarias comercializadas em feiras livres.

2 | ESPECIARIAS

As especiarias são substâncias vegetais de origem indígena ou exótica, aromáticas ou de sabor forte, picantes, que são utilizadas para realçar o sabor dos alimentos. São constituídas por partes de uma ou mais espécies vegetais como, raízes, rizomas, bulbos, cascas, folhas, flores, frutos, sementes e talos (BRASIL, 2005; BRACHT, CONCEIÇÃO, SANTOS, 2011).

Dentre as especiarias mais importantes cultivadas no mundo, a pimenta-do-reino

(*Piper nigrum* L.) se destaca como o “rei das especiarias” (GHODKI; GOSWAMI, 2016). Os seus grãos, inteiros ou moídos, são utilizados na culinária de diversos países como condimento, principalmente em indústrias de carnes e conservas (BUTT et al., 2013). A procura pela pimenta-do-reino para o consumo humano tem crescido devido às suas implicações na saúde, como atividades antioxidantes, anti-inflamatórias, antimicrobianas e gastroprotetoras (ZARAI et al., 2013).

Outra especiaria muito apreciada é a canela, obtida das árvores pertencentes ao gênero *Cinnamomum*. Dentre as diferentes aplicações da canela, a sua utilização na alimentação, seja de forma inteira ou triturada, extratos ou óleos obtidos da folha ou casca são muito atrativas devido às suas propriedades aromatizantes (RIBEIRO-SANTOS et al., 2017). O aumento no consumo da canela em dieta de milhares de pessoas tem sido uma tendência em todo o mundo, devido à sua ação anti-inflamatória e antimicrobiana, além de inibir a proliferação de células cancerígenas e controle glicêmico (PENDER et al., 2018).

O orégano (*Origanum vulgare* L.) é outra especiaria muito utilizada na culinária brasileira na forma de folhas e ramos para dar sabor a vários alimentos, como saladas, pizzas, molhos, carnes e peixes (MORSHELOO et al., 2018). *O. vulgare* é conhecido por sua atividade antimicrobiana, conferida pela presença do alto teor de óleos voláteis e pela atividade antioxidante que está relacionada aos compostos fenólicos, incluindo flavonoides, taninos, esteróis e triterpenos (ZHANG et al., 2014).

Diante disso, é importante enfatizar a importância das especiarias pimenta-do-reino, canela e orégano na culinária típica da região Nordeste, na qual se verifica o uso frequente para acrescentar sabores diferenciados nas refeições. O cenário para o mercado de especiarias vem aumentando em todas as regiões brasileiras, principalmente, na culinária baiana, onde elas são indispensáveis nas receitas de pratos típicos, como moquecas, doces e mingaus.

3 | QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DAS ESPECIARIAS

As especiarias estão sujeitas à contaminação por microrganismos patogênicos e toxigênicos que podem causar sérios danos na saúde e na indústria alimentícia (SZÉKÁCS et al., 2018). É importante verificar a qualidade microbiológica das especiarias devido ao estado higiênico no qual estes produtos são processados (NETO; SILVA; MACHADO, 2013), muitas vezes produzidos e colhidos em áreas quentes e úmidas favorecendo o crescimento de microrganismos indesejáveis e que podem ocorrer em diferentes estágios, desde a produção, colheita, estocagem, distribuição, manipulação ou até mesmo por meio do armazenamento inadequado por parte dos consumidores (GARBOWSKA; BERTHOLD-PLUTA; STASIAK-RÓŚAŃSKA, 2015).

No Brasil, a veiculação de bactérias em alimentos é relatada pelo Ministério da Saúde por meio de dados referentes a surtos alimentares, onde as bactérias representaram

95,9% dos microrganismos envolvidos, com destaque para *E. coli*, *Salmonella* spp., *S. aureus*, *Bacillus cereus* e coliformes (BRASIL, 2019).

A presença de *E. coli* em alimentos evidencia déficit higiênicossanitário durante a produção, processamento ou preparação, além de indicar contaminação fecal e a presença de outros microrganismos patogênicos, que podem comprometer a saúde e o bem-estar dos consumidores (ATNAFIE et al., 2017). Segundo dados do Ministério da Saúde sobre o perfil epidemiológico dos agentes etiológicos associado as doenças veiculadas por alimentos - DVA, *E. coli* ocupa o primeiro lugar dos surtos no país (BRASIL, 2019).

A intoxicação alimentar por *S. aureus* é a DVA mais comum, resultante da ingestão de enterotoxinas estafilocócicas (EE) pré-formadas em alimentos (FLEUROT et al., 2014). Essas toxinas são resistentes ao calor e podem sobreviver no alimento mesmo quando submetido a tratamento térmico. Além disso, são resistentes a outras condições ambientais, como baixo pH, secagem e congelamento (KADARIYA; SMITH; THAPALIYA, 2014). Devido a essas características, esta bactéria é considerada uma ameaça significativa para a indústria de alimentos (RUBAB et al., 2018).

Salmonella é outra bactéria responsável por uma das principais causas de gastroenterite bacteriana humana aguda, além de ser um importante patógeno veiculado por alimentos em todo o mundo (GOMES et al., 2015). No Brasil, este patógeno foi considerado o segundo agente etiológico mais associado à DVA entre o período de 2009 a 2018. A ocorrência dessa bactéria se deve as deficiências de saneamento básico e do precário controle de qualidade em algumas indústrias alimentícias (BRASIL, 2019). Surtos de origem alimentar causados por especiarias contaminadas com *Salmonella* spp. foram registrados na Noruega, em 1981 a 1982. Nesse caso da Noruega, a pimenta preta importada do Brasil foi considerada o principal produto responsável pelo surto (ZWEIFEL; STEPHAN, 2012).

A ocorrência de *B. cereus* tem sido relatada em várias especiarias por ser comumente encontrado no solo (HARIRAM; LABBÉ, 2015). Esta bactéria pode permanecer viável durante longos períodos de tempo no ambiente e em alimentos, devido à sua capacidade de formar endósporos resistentes capazes de sobreviver a temperaturas brandas de cozimento (HEINI et al., 2018).

De acordo com o relatório de síntese da União Europeia sobre tendências e fontes de zoonoses, agentes zoonóticos e surtos de origem alimentar de um total de 287 surtos causados por toxinas de *B. cereus* envolvendo 3.073 casos, 8% necessitaram de hospitalização em 2014. Já em 2015, foram notificados 291 surtos envolvendo 3.131 casos, com 3% de hospitalização (EFSA, 2016).

De acordo com a Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 que estabelece os padrões microbiológicos para especiarias íntegras ou moídas é permitido até 5×10^2 NMP/g para coliformes termotolerantes e ausência de *Salmonella* spp. em 25 g de produto (BRASIL, 2001). A *European Commission* estabelece em 25 g de especiarias

não exceder níveis máximos de *E. coli* $\leq 10^2$ UFC/g e *B. cereus* $\leq 10^4$ UFC/g (EC, 2004). Os critérios microbiológicos para especiarias estabelecidos pela Comissão Internacional sobre Especificações Microbiológicas para alimentos declaram que as especiarias são de qualidade inaceitável quando a contagem bacteriana total excede 6 log UFC/g (ICMSF, 1974).

4 | O PROBLEMA DA RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA

A Organização Mundial da Saúde define a resistência antimicrobiana como a capacidade de um microrganismo impedir que um agente antimicrobiano tenha ação contra ele. Como resultado, os medicamentos têm se tornado ineficazes no tratamento de doenças infecciosas. Entre os anos de 2000 a 2010, o consumo de antimicrobianos em 71 países aumentou 36%, com o Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul responsáveis por três quartos deste aumento (WHO, 2018).

A resistência aos antimicrobianos está aumentando em todo o mundo e atualmente é uma das maiores ameaças à saúde pública, o que tem provocado uma elevação na morbidade e mortalidade (FANG et al., 2019). Dados estatísticos relatam que há cerca de 700.000 mortes, a cada ano, devido à resistência bacteriana, e caso esta tendência continue, até 2050 se tornará a principal causa de morte (GHOSH, 2019).

Ao longo de décadas, a introdução dos fármacos contribuiu na melhora significativa em tratamentos médicos de doenças infecciosas, promovendo a redução das taxas de mortalidade (COSTA; SILVA JUNIOR, 2017). No entanto, o uso excessivo e/ou inadequado de antimicrobianos tem ocasionado a seleção de microrganismos resistentes. Este processo de pressão seletiva dá origem ao termo resistência antimicrobiana, a qual compromete a efetividade dos fármacos, inviabilizando o tratamento de infecções (ECONOMOU; GOUSIA, 2015).

Algumas espécies bacterianas são consideradas naturalmente resistentes a agentes antimicrobianos como resultado de uma característica estrutural ou funcional inerente da espécie que, normalmente, ocorre devido ao fato dela não possuir o alvo molecular para ação do antimicrobiano ou então é impermeável a ele (BLAIR et al., 2015). Por outro lado, a resistência adquirida ocorre por meio de mutações em genes cromossômicos ou por transferência horizontal de genes, transportados por elementos móveis, como plasmídeos, transposons e integrons (KOHL; PONTAROLO; PEDRASSANI, 2016). Esta transferência de genes ocorre por processos de transdução, conjugação e transformação (SEMRET; HARAUI, 2019).

No estudo de Faúla, Cerqueira e Magalhães (2017) foi relatado que de 220 cepas de *E. coli* isoladas em diferentes alimentos, incluindo especiarias, foi mostrado que 19,1% das cepas apresentaram resistência a pelo menos um dos antimicrobianos testados.

5 | TECNOLOGIAS DE CONSERVAÇÃO EM ESPECIARIAS

As técnicas de conservação têm sido aplicadas à tecnologia de processamento para reduzir a contaminação microbiana de especiarias e para estender a vida útil desses produtos. As atuais técnicas de processamento da indústria de especiarias incluem tratamento com vapor, irradiação e fumigação com óxido de etileno (EL-SAYED; YOUSSEF, 2019).

A aplicação de vapor a alta temperatura é eficaz na redução de patógenos, mas apresenta como desvantagens a perda das propriedades sensoriais e a mudança de cor (CHEON et al., 2015). Atualmente, a fumigação com óxido de etileno é utilizada em especiarias potencialmente contaminadas por bactérias patogênicas, como *Salmonella* spp. (GOLDEN et al., 2019). Outro tratamento aplicado em especiarias é a irradiação, que tem se mostrado eficaz na inativação de patógenos, embora as propriedades sensoriais e antioxidantes do produto possam ser levemente afetadas (MOLNÁR et al., 2018).

Atualmente, técnicas inovadoras como o uso de revestimentos edíveis têm sido utilizadas no processamento de especiarias devido a sua alta qualidade, fácil aplicação e segurança microbiológica (ARNON-RIPS; POVERENOV, 2018). Os revestimentos edíveis são definidos como camadas finas de material comestível aplicado à superfície de produtos alimentícios capazes de reduzir danos mecânicos e microbianos (GALUS; KADZIŃSKA, 2015). O revestimento pode ser aplicado por imersão do produto ou ainda por meio da pulverização (ARNON-RIPS; POVERENOV, 2018). O método de imersão tem sido mais usado para revestir frutos, queijos, vegetais, peixes e carnes (POBIEGA et al., 2019).

O revestimento pode ser preparado a partir de diferentes materiais como proteínas, lipídios ou polissacarídeos, que tem como principal vantagem a sua biodegradabilidade (FALGUERA et al., 2011). Além destas substâncias usadas no revestimento também é necessária à adição de plastificantes como, por exemplo, glicerol, sorbitol, monoglicerídeos, polietilenoglicol e glicose, que são frequentemente usados para aumentar a flexibilidade e a elasticidade de materiais de base biológica (GALUS; KADZIŃSKA, 2015).

Os revestimentos à base de proteínas geralmente apresentam alta permeabilidade a gases, boas propriedades mecânicas e barreira a baixa umidade (ARNON-RIPS; POVERENOV, 2018), enquanto os revestimentos à base de lipídios são considerados altamente eficazes para bloquear a liberação de umidade devido à sua baixa polaridade (ARNON-RIPS; POVERENOV, 2018). Por outro lado, os principais polissacarídeos utilizados na aplicação de revestimentos são o amido, a pectina, a quitosana, o alginato e a carragenina (TRINETTA, 2016). Dentre os polissacarídeos, se destaca o alginato de sódio como um biopolímero eficaz no revestimento devido às suas características coloidais distintas, como espessamento, formação de gel, formação de filme e agente estabilizador de emulsão (DHALL, 2013).

O alginato de sódio não possui propriedades antimicrobianas quando usado como

revestimento e por isso a associação de compostos antimicrobianos naturais promove uma maneira viável em prolongar a vida útil de armazenamento de frutas e vegetais (LI et al., 2019). Nesse sentido, o uso de antimicrobianos naturais na conservação de alimentos proporciona inúmeros benefícios, dentre eles, o controle da contaminação microbiana nos alimentos, redução de patógenos resistentes a antimicrobianos, além de ser uma boa alternativa para substituir os conservantes alimentares sintéticos (PISOSCHI et al., 2018).

Diante desse contexto, o uso da própolis se destaca como um antimicrobiano natural que tem ganhado atenção na indústria alimentícia em virtude dos compostos bioativos que determinam sua aplicação na tecnologia de alimentos (POBIEGA et al., 2019). A própolis é uma substância resinosa de diversas cores (verde, vermelha, amarela e marrom) coletada por abelhas *Apis mellifera* a partir de brotos e exsudatos de plantas em diferentes regiões do mundo. Esses brotos e exsudatos são misturados com cera, pólen e enzimas salivares, β -glicosidase, que são adicionadas para formar o produto final (MARCUCCI, 1995).

Diversos trabalhos têm relatado ações antibacterianas da própolis. Nos estudos de Al-Waili et al. (2012) foi relatado o efeito do extrato de própolis frente as bactérias *Enterococcus* spp., *E. coli* e *S. aureus*. Já na pesquisa de Fokt et al. (2010), a própolis apresentou atividade antibacteriana para as bactérias aeróbias como *B. cereus*, *B. subtilis*, *E. faecalis*, *Micrococcus luteus*, *Nocardia asteroides*, *S. auricularis*, *S. epidermidis*, *S. haemolyticus*, *S. warnerii*, *S. mutans*, *S. hominis*, *Streptococcus cricetus*, *St. faecalis*, *St. pyogenes*, *St. pneumoniae*, *St. Sobrinus* e *St. viridians*.

O uso de própolis como conservante natural em alimentos foi relatado por Yang et al. (2017) ao adicionarem 0,2 mg/mL de própolis ao suco de laranja e verificarem uma redução significativa na contagem de esporos de bactérias. Segundo os autores a própolis pode ser utilizada como agente aditivo natural em suco de laranja ou outros sucos de frutas como alternativa aos conservantes químicos.

Nos estudos de Kameyama et al. (2008), foi relatado a inibição de contaminantes em cenoura minimamente processada com extrato de própolis em até 10 dias de armazenamento. Enquanto Sagdic, Silici e Yetim (2007) adicionaram 2% e 5% de extrato de própolis em suco de maçã e verificaram que nessas concentrações o extrato apresentou atividade antimicrobiana frente *E. coli* O157:H7. Para os autores faz-se necessário a realização de mais pesquisas com o extrato de própolis por ser promissor na conservação de alimentos.

Embora diversos estudos tenham sido realizados com o objetivo de investigar o efeito da própolis em diversos alimentos como sucos de frutas, vegetais, ovos, carne e produtos derivados de peixe (BANKOVA; POPOVA; TRUSHEVA, 2016), a aplicações do extrato de própolis em especiarias para o controle do crescimento microbiano e conservação durante sua vida útil é uma área a ser mais explorada.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de revestimentos edíveis possui grande potencial para ser explorado na conservação de produtos alimentícios, cujo tempo de prateleira é consideravelmente reduzido em função das condições de higiene e comercialização inadequadas aos quais os produtos são submetidos. Espera-se que o uso de revestimentos comestíveis venha a se constituir brevemente em uma prática corrente a ser empregada de média a larga escala na conservação de alimentos principalmente em especiarias.

REFERÊNCIAS

AL-WAILI, N. A.; AL-GHAMDI, A.; ANSARI, M. J.; AL-ATTAL, Y.; SALOM, K. Synergistic effects of honey and propolis toward drug multi-resistant *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* and *Candida albicans* isolates in single and polymicrobial cultures. **International Journal of Medical Sciences**, v. 9, n. 9, p. 793-800, 2012.

ALI, A.; WEI, Y. Z.; MUSTAFA, M. A. Exploiting propolis as an antimicrobial edible coating to control post-harvest anthracnose of bell pepper. **Packaging Technology and Science**, v. 28, n. 2, p. 173-179, 2015.

ARNON-RIPS, H.; POVERENOV, E. Improving food products' quality and storability by using Layer by Layer edible coatings. **Trends In Food Science & Technology**, v. 75, p. 81-92, 2018.

ATNAFIE, D. P.; ABERA, B. M.; TEFERA, G.; HAILU, D.; KASAYE, S.; AMENU, K. Occurrence of *Escherichia coli* O157:H7 in cattle feces and contamination of carcass and various contact surfaces in abattoir and butcher shops of Hawassa, Ethiopia. **BMC Microbiology**, v.17, n. 24, p. 1-7, 2017.

BANKOVA, V., POPOVA, M., TRUSHEVA, B. New emerging fields of application of propolis. **Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering**, v. 35, n.1, p. 1-11, 2016.

BLAIR, J. M.; WEBBER, M. A.; BAYLAY, A. J.; OGBOLU, D. O; PIDDOCK, L. J. Molecular mechanisms of antibiotic resistance. **Nature Reviews Microbiology**, v. 13, n.1, p. 42-51, 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 02 de janeiro de 2001. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=144>>. Acesso: 19 dez 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 276, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento técnico para especiarias, temperos e molhos**. Disponível em: <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=1883>. Acesso em: 26. jan. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Surtos Alimentares no Brasil – Dados Atualizados em Fevereiro de 2019**. Disponível em: <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/fevereiro/15/Apresenta----o-Surtos-DTA-Fevereiro-2019.pdf>. Acesso em: 22. dez. 2018.

BRACHT, F.; CONCEIÇÃO, G. C.; SANTOS, C. F. M. A América conquista o mundo: uma história da disseminação das especiarias americanas a partir das viagens marítimas do século XVI. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, v. 2, n. 1, p.11-16, 2011.

BUTT, M. S.; PASHA, I.; SULTAN, M. T.; RANDHAWA, M. A.; SAEED, F.; AHMED, W. Black pepper and health claims: A comprehensive treatise. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 53, n. 9, p. 875-886, 2013.

CHEON, H.; SHIN, J.; PARK, K.; CHUNG, M.; KANG, D. Inactivation of foodborne pathogens in powdered red

pepper (*Capsicum annuum* L.) using combined UV-C irradiation and mild heat treatment. **Food Control**, v. 50, p. 441-445, 2015.

COSTA, A. L. P.; SILVA JUNIOR, A. C. S. Resistência bacteriana aos antibióticos e Saúde Pública: uma breve revisão de literatura. **Estação Científica - UNIFAP**, v. 7, n. 2, p. 45-57, 2017.

DHALL, R. K. Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 53, n. 5, p. 435- 450, 2013.

EC. EUROPEAN COMMISSION. **Commission recommendation of 19 December 2003 concerning a coordinated programme for the official control of food stuffs for 2004**. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/GA/TXT/?uri=CELEX:32004H0024>. Acesso em: 18. fev. 2019.

ECONOMOU, V.; GOUSIA, P. Agriculture and food animals as a source of antimicrobial-resistant bacteria. **Infection and Drug Resistance**, v. 8, p. 49-61, 2015.

EFSA. European Food Safety Authority. O relatório de síntese da União Europeia sobre as tendências e fontes de zoonoses, agentes zoonóticos e surtos de origem alimentar em 2016. **EFSA Journal**, v. 14, n. 12, p. 231, 2016.

EL-SAYED, S. M.; YOUSSEF, A. M. Potential application of herbs and spices and their effects in functional dairy products. **Heliyon**, v. 5, n. 6, p.1-2, 2019.

FALGUERA, V.; QUINTERO, J. P.; JIMÉNEZ, A.; MUÑOZ, J. A.; IBARZ, A. Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 6, p. 292-303, 2011.

FANG, J.; SHEN, Y.; QU, D.; HAN, J. Antimicrobial resistance profiles and characteristics of integrons in *Escherichia coli* strains isolated from a large-scale centralized swine slaughterhouse and its downstream markets in Zhejiang, China. **Food Control**, v. 95, p. 215-222, 2019.

FAÚLA, L. L.; CERQUEIRA, M. M. O.; MAGALHÃES, P. P. Perfil de susceptibilidade antimicrobiana e identificação de patótipos diarreogênicos entre amostras de *Escherichia coli* isoladas de alimentos. **Revista Brasileira Ciência Veterinária**, v. 24, n. 1, p. 108-115, 2017.

FLEUROT, I.; AIGLE, M.; FLEUROT, R.; DARRIGO, C.; HENNEKINNE, J.; GRUSS, A.; BOREZÉE-DURANT, E.; DELACROIX-BUCHETA, A. Following Pathogen Development and Gene Expression in a Food Ecosystem: the Case of a *Staphylococcus aureus* Isolate in Cheese. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 80, n. 16, p. 5106-5115, 2014.

FOGELE, B.; GRANTA, R.; VALCIN, O.; BERZIN, A. Occurrence and diversity of *Bacillus cereus* and moulds in spices and herbs. **Food Control**, v. 83, p.69-74, 2018.

FOKT, H.; PEREIRA, A.; FERREIRA, A. M.; CUNHA, A.; AGUIAR, C. How do bees prevent hive infections? The antimicrobial properties of propolis. **Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology**, v.1, p. 481-493, 2010.

GALUS, S.; KADZIŃSKA, J. Food applications of emulsion-based edible films and coatings. **Trends in Food Science & Technology**, v. 45, n. 2, p. 273-283, 2015.

GARBOWSKA, M.; BERTHOLD-PLUTA, A.; STASIAK-ROSANSKA, L. Microbiological quality of selected spices and herbs including the presence of *Cronobacter* spp. **Food Microbiology**, v. 49, p. 1-5, 2015.

GHODKI, B. M.; GOSWAMI, T. K. Effect of grinding temperatures on particle and physicochemical characteristics of black pepper powder. **Powder Technology**, v. 299, p. 168-177, 2016.

GHOSH, C.; SARKAR, P.; ISSA, R.; HALDAR, J. Alternatives to conventional antibiotics in the era of antimicrobial resistance. **Trends in Microbiology**, v. 27, n. 4, p. 323-338, 2019.

GOLDEN, C. E.; BERRANG, M. E.; KERR, W. L.; HARRISON, M. A. Slow-release chlorine dioxide gas treatment as a means to reduce *Salmonella* contamination on spices. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 52, p. 256-261, 2019.

GOMES, S.; MACEDO, M. R. P.; PESENTI, T.; PEREIRA, D. B.; CIRNE, M. P.; MÜLLER, G. Isolamento de *Salmonella enterica* subsp. *diarizonae* em *Calidris fuscicollis* (Aves: Scolopacidade) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Ornithologia**, v. 8, n. 1, p. 43-45, 2015.

GULDIKEN, B.; OZKAN, G.; CATALKAYA, G.; CEYLAN, F. D.; YALCINKAYA, I. E.; CAPANOGLU, E. Phytochemicals of herbs and spices: Health versus toxicological effects. **Food and Chemical Toxicology**, v. 119, p. 37-49, 2018.

HARIRAM, U.; LABBÉ, R. Spore prevalence and toxigenicity of *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* isolates from U.S. retail spices. **Journal of Food Protection**, v. 78, n. 3, p. 590-596, 2015.

HEINI, N.; STEPHAN, R.; EHLING-SCHULZ, M.; JOHLER, S. Characterization of *Bacillus cereus* group isolates from powdered food products. **International Journal of Food Microbiology**, v. 283, p. 59-64, 2018.

ICMSF. INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. **Microorganisms in foods: 2. Sampling for microbiological analysis: principles and specific application**. Toronto: University of Toronto Press, p. 213, 1974.

KADARIYA, J.; SMITH, T.; THAPALIYA, D. *Staphylococcus aureus* and staphylococcal food-borne disease: an ongoing challenge in public health. **BioMed Research International**, v. 2014, p. 9, 2014.

KAMEYAMA, O.; JÚNIOR, J. A.; TEIXEIRA, J. M. A.; ANDRADE, N. J.; MININ, V. P. R.; SOARES, L. S. Extrato de própolis na sanitização e conservação de cenoura minimamente processada. **Revista Ceres**, v. 55, n. 3, p. 218-223, 2008.

KOHL, T.; PONTAROLO, G. H.; PEDRASSANI, D. Resistência antimicrobiana de bactérias isoladas de amostras de animais atendidos em hospital veterinário. **Saúde e Meio Ambiente: Revista Interdisciplinar**, v. 5, n. 2, p. 115-127, 2016.

LI, Q.; LI, Y.; TANG, Y.; MENG, C.; INGMER, H.; JIAO, X. Prevalence and characterization of *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus argenteus* in chicken from retail markets in China. **Food Control**, v. 96, p.158-164, 2019.

MARCUCCI, M. C. Propolis: chemical composition, biological properties and therapeutic activity. **Apidologie**, v. 26, n. 2, p. 83-99, 1995.

MARTINS, A. G.; FERREIRA, C. S. Caracterização das condições higiênico-sanitária das feiras livres da cidade de Macapá e Santana-AP. **Revista Arquivo Científicos**, v. 1, n.1, p. 28-35, 2018.

MOLNÁR, H.; VIDÁCS, I.; BAKA, E.; CSERHALMI, Z.; FERENCZI, S.; FARKAS, R. T.; ADÁNYI, N.; SZÉKÁCS, A. The effect of different decontamination methods on the microbial load, bioactive components, aroma and colour of spice paprika. **Food Control**, v. 83, p.131-140, 2018.

MORSHEDLOO, M. R.; SALAMI, S. A.; NAZERI, V.; MAGGI, F.; CRAKER, L. Essential oil profile of oregano (*Origanum vulgare* L.) populations grown under similar soil and climate conditions. **Industrial Crops and Products**, v. 119, p. 183-190, 2018.

NAIR, M. S.; SAXENA, A.; KAUR, C. Effect of chitosan and alginate based coatings enriched with pomegranate peel extract to extend the postharvest quality of guava (*Psidium guajava* L.). **Food Chemistry**, v. 240, p. 245-252, 2018.

NEI, D.; ENOMOTO, K.; NAKAMURA, N. A gaseous acetic acid treatment to disinfect fenugreek seeds and *black pepper* inoculated with pathogenic and spoilage bacteria. **Food Microbiology**, v. 49, p. 226-230, 2015.

NETO, C.; SILVA, F. V.; MACHADO, A. P. Incidência de espécies fúngicas potencialmente toxigênicas em especiarias. **Ensaio e Ciência: C. Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 17, n. 1, p. 9-18, 2013.

OMS-OLIU, G.; SOLIVA-FORTUNY, R.; MARTÍN-BELLOSO, O. Using polysaccharide-based edible coatings to enhance quality and antioxidant properties of fresh-cut melon. **LWT - Food Science and Technology**, v. 41, n. 10, p. 1862-1870, 2008.

PENDER, D. N.; CRAWFORD, P. F.; CLARK, J. M.; CRAWFORD, A. J.; PRATS, A. A.; SHAH, A. Effect of water-soluble cinnamon extract on electrocardiographic parameters: an analysis of the cinnamon. **Complementary Therapies in Medicine**, v. 41, p. 302-305, 2018.

PISOSCHI, A. M.; POP, A.; GEORGESCU, C.; TURCUS, V.; OLAH, N. K.; MATHE, E. An overview of natural antimicrobials role in food. **European Journal of Medicinal Chemistry**, v. 143, p. 922-935, 2018.

POBIEGA, K.; KRAŚNIEWSKA, K.; GNIEWOSZ, M. Application of propolis in antimicrobial and antioxidative protection of food quality – A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 83, p. 53-62, 2019.

RIBEIRO-SANTOS, R.; ANDRADE, M. MADELLA, D.; MARTINAZZO, A. P.; MOURA, L. A. G.; MELO, N. R.; SILVA, A. S. Revisiting an ancient spice with medicinal purposes: Cinnamon. **Trends in Food Science & Technology**, v. 62, p.154-169, 2017.

RUBAB, M.; SHAHBAZ, H. M.; OLAIMAT, A. N.; OH, D. Biosensors for rapid and sensitive detection of *Staphylococcus aureus* in food. **Biosensors and Bioelectronics**, v. 105, p. 49-57, 2018.

SAGDIC, O; SILICI, S.; YETIM, H. Fate of *Escherichia coli* and *E. coli* O157:H7 in apple juice treated with propolis extract. **Annals of Microbiology**, v. 57, n. 3, p. 345-348, 2007.

SEMRET, M.; HARAOU, L. Antimicrobial Resistance in the Tropics. **Infectious Disease Clinics of North America**, v. 33, n. 1, p. 231-245, 2019.

SZÉKÁCS, A.; WILKINSON, M. G.; MADER, A.; APPEL, B. Environmental and food safety of spices and herbs along global food chains. **Food Control**, v. 83, p.1-6, 2018.

TRINETTA, V. Edible Packaging. **Reference Module in Food Science**, p. 1-2, 2016.

WHO. World Health Organization. **Resistência antimicrobiana: Relatório global sobre vigilância**, 2014. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/112642/9789241564748eng.pdf>. Acesso em: 18. fev. 2019.

WHO. World Health Organization. **Antimicrobial resistance, 2018**. Disponível em: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>. Acesso em: 18 de fev. 2019.

ZARAI, Z.; BOUJELBENE, E.; SALEM, N. B.; GARGOURI, Y.; SAYARI, A. Antioxidant and antimicrobial activities of various solvent extracts, piperine and piperic acid from *Piper nigrum*. **LWT - Food Science and Technology**, v. 50, n. 2, p. 634-641, 2013.

ZHANG, X.; GUO, Y.; WANG, C.; LI, G.; XU, J.; CHUNG, H. Y.; YE, W.; LI, Y.; WANG, G. Phenolic compounds from *Origanum vulgare* and their antioxidant and antiviral activities. **Food Chemistry**, v. 152, p. 300-306, 2014.

ZWEIFEL, C.; STEPHAN, R. Spices and herbs as source of *Salmonella*-related foodborne diseases. **Food Research International**, v. 45, n. 2, p. 765-769, 2012.

YANG, W.; WU, Z.; HUANG, Z. Y.; MIAO, X. Preservation of orange juice using propolis. **Journal of Food Science and Technology**, v. 54, n. 11, p. 3375-3383, 2017.

PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS TÉRMICAS PARA IDENTIFICAÇÃO DE MASTITE BOVINA UTILIZANDO TÉCNICA DE AGRUPAMENTO DE DADOS

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 15/05/2020

Rodes Angelo Batista da Silva

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Recife – PE

<http://lattes.cnpq.br/9077675807635967>

Héilton Pandorfi

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Recife-PE

<http://lattes.cnpq.br/7981297368478991>

Gledson Luiz Pontes de Almeida

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Recife-PE

<http://lattes.cnpq.br/2328849810614673>

Pedro Henrique Dias Batista

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Recife-PE

<http://lattes.cnpq.br/5441738984491979>

Marcos Vinícius da Silva

Universidade Federal Rural de Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/6652290054024513>

Victor Wanderley Costa de Medeiros

Universidade Federal Rural de Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/7159595141911505>

Taize Calvacante Santana

Universidade Federal Rural de Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/3115249162343460>

Nicole Viana da Silva

Universidade Federal Rural de Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/3881561596248736>

Maria Vitória Neves de Melo

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Recife-PE

<http://lattes.cnpq.br/8193771315370090>

Maria Eduarda Oliveira

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Recife-PE

<http://lattes.cnpq.br/3243908417015201>

Wesley Amaro da Silva

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Recife-PE

<http://lattes.cnpq.br/9809451032445233>

Ingrid do Nascimento Bezerra

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Recife-PE

<http://lattes.cnpq.br/4518487877353767>

RESUMO: A pecuária de leite é uma atividade de relevância para o agronegócio brasileiro, sendo responsável pela disponibilidade de um produto de alto valor nutricional à população. No entanto, sua eficiência produtiva tem como principal entrave à incidência de mastite no rebanho em lactação, que ocasiona prejuízos econômicos e depreciação na qualidade do

produto final. Neste contexto, a presente pesquisa foi conduzida com o objetivo de classificar imagens térmicas de animais saudáveis, com mastite subclínica e clínica, tomando-se com base a temperatura de superfície do úbere correlacionados à detecção de mastite subclínica e clínica em bovinos de leite. A pesquisa foi realizada em uma unidade de produção de leite, Fazenda Roçadinho, localizada no município de Capoeiras, Mesorregião Agreste, Microrregião do Vale do Ipojuca, estado de Pernambuco. As imagens foram obtidas de 24 animais (8 saudáveis, 8 com mastite subclínica e 8 com mastite clínica) totalizando 96 imagens térmicas nos enquadramentos anterolateral esquerdo, direito, posterior e inferior. O processamento foi realizado pelo algoritmo K-means utilizando o software IMAGEJ. Os valores dos clusters para os animais saudáveis variaram de 254.25 a 254.77 para cluster 0 e 1,62 a 2,078 para cluster 1. Para os animais com mastite subclínica variaram de 254.1 a 254.7 para cluster 0 e 0,88 a 1,3, para os animais com mastite clínica variaram de 254,62 a 254,33 para cluster 0 e 1,16 a 0,77 para cluster 1, respectivamente. Foi possível classificar imagens térmicas de animais saudáveis e animais com mastite nos enquadramentos anterolateral esquerdo, direito e posterior utilizando processamento de imagens por meio do algoritmo proposto.

PALAVRAS-CHAVE: imagens térmicas, mastite, visão computacional

DIGITAL PROCESSING OF THERMAL IMAGES FOR IDENTIFICATION OF BOVINE MASTITIS USING DATA GROUPING TECHNIQUE

ABSTRACT: Dairy farming is an activity of relevance to Brazilian agribusiness, being responsible for the availability of a product of high nutritional value for the population. However, its productive efficiency is the main cause of damage by mastitis in the lactating herd, which causes economic losses and depreciation in the quality of the final product. In this context, the present research was conducted with the objective of classifying thermal images of feeding animals, with subclinical and clinical mastitis, taking based on the wet surface temperature correlated to the detection of subclinical and clinical mastitis in dairy cattle. . A research was carried out in a milk production unit, Fazenda Roçadinho, located in the municipality of Capoeiras, Mesoregion Agreste, Microregion of Vale do Ipojuca, State of Pernambuco. The images were submitted to 24 animals (8 healthy, 8 with subclinical mastitis and 8 with clinical mastitis), totaling 96 thermal images in the left, right, posterior and inferior anterolateral frames. Processing was performed by the K-means algorithm using the IMAGEJ software. The values of the clusters for animals ranging from 254.25 to 254.77 for cluster 0 and 1.62 to 2.078 for cluster 1. For animals with subclinical mastitis ranging from 254.1 to 254.7 for cluster 0 and 0.88 to 1.3, for animals with clinical mastitis ranged from 254.62 to 254.33 for cluster 0 and 1.16 to 0.77 for cluster 1, respectively. It was possible to classify thermal images of healthy animals and animals with mastitis in the left, right and posterior anterolateral frames, using image processing using the proposed algorithm.

KEYWORDS: thermal images, mastitis, computer vision

INTRODUÇÃO

A pecuária de leite é uma atividade de relevância para o agronegócio brasileiro, sendo responsável pela disponibilidade de um produto de alto valor nutricional à população. No entanto, sua eficiência produtiva tem como principal entrave à incidência de mastite no rebanho em lactação, que ocasiona prejuízos econômicos e depreciação na qualidade do produto final. A mastite é uma doença plurietiológica caracterizado pelo processo inflamatório da glândula mamária, decorrente de infecção bacteriana que se apresenta de duas formas subclínica e clínica (Vliegheer, Fox, Piepers, McDougall & Barkema, 2012; Langoni, Salina, Oliveira, Junqueira, Menozzi & Joaquim, 2017).

Na forma clínica, a mastite é diagnosticada pelo quadro inflamatório acentuado, como sensibilidade ao tato e alterações características no leite. Na fase subclínica, não ocorrem mudanças visíveis no aspecto do leite ou do úbere, mas sim, uma infecção assintomática, que resulta na alteração da composição do leite, em geral detectada pelo California Mastitis Test (Sá, 2018).

Nesse sentido, o diagnóstico dos quadros de infecção pode ser alcançado por métodos menos invasivos e de rápida resposta pela técnica de termografia por infravermelho, definida pelo mapeamento térmico de uma superfície alvo, a partir da radiação infravermelha emitida pela superfície do corpo (Roberto e Souza, 2014). Uma de suas vantagens é o auxílio na percepção e localização de focos específicos de alterações de temperatura, evidenciando possível quadro inflamatório antes dos sinais clínicos (Ferreira, Ávila Filho & Fernanda, 2016).

O emprego desta técnica, com ênfase na detecção de quadros inflamatórios iniciais foi relatado em alguns estudos como Polat et al. (2010), Pezeshki et al. (2011) e Digiovani et al. (2016), que estudaram imagens térmicas como ferramenta de diagnóstico para detecção de mastite subclínica e verificaram que a termografia permitiu identificar mudanças de temperatura na superfície da pele do úbere dos animais. Gloster et al. (2011) e Redaelli et al. (2013) propuseram a análise de imagens térmicas como um método preventivo, pois, detecta alterações da temperatura antes do aparecimento dos primeiros sinais clínicos, atuando como um sinal de alerta para a observação do animal.

O algoritmo Kmeans é um algoritmo que tem por função principal o agrupamento de dados em k conjuntos diferenciados entre as especificações do grupo de dados (DA SILVA et al., 2019).

Neste contexto, a presente pesquisa foi conduzida com o objetivo de classificar imagens térmicas de animais saudáveis, com mastite subclínica e clínica, tomando-se como base a temperatura de superfície do úbere.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em uma unidade de produção de leite, Fazenda Roçadinho, localizada no município de Capoeiras, estado de Pernambuco e contou com 24 vacas Girolando em condições clínicas distintas (8 animais saudáveis, 8 animais com mastite subclínica e 8 animais com mastite clínica) selecionadas de acordo com ordem de parto, estágio de lactação, idade, peso, escore corporal, produção e grau sanguíneo, sendo monitoradas para obtenção de imagens térmicas do úbere.

As imagens térmicas do úbere dos animais foram obtidas a partir de uma câmera termográfica por infravermelho, com resolução de 0,01°C, distância focal de 1,0 m e emissividade ajustada para 0,97 de acordo com o aplicativo Flir QuickReport (Digiovani et. al, 2016). As imagens foram registradas no turno da manhã, antes da primeira ordenha dos animais, entre às 05 e 07h00, no enquadramento anterolateral esquerdo, anterolateral direito, posterior e inferior, quatro imagens por animal, totalizando 96 imagens térmicas para análise de seus respectivos quartos mamários (figura 1).

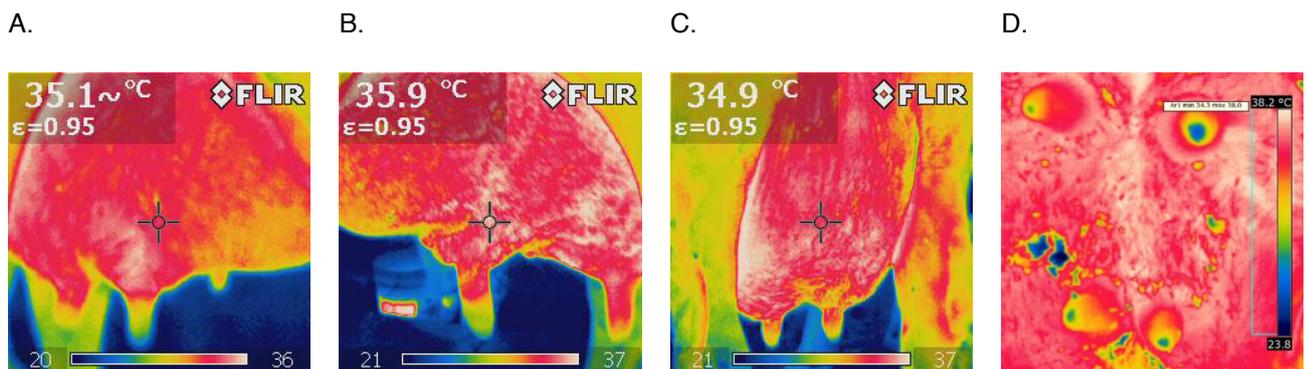


Figura 1. Imagens térmicas para os enquadramentos anterolateral direito (A), esquerdo (B), posterior (C) e inferior (D)

A condição clínica dos animais foi estabelecida pelo *California Mastitis Test* (CMT). O teste foi realizado para cada quarto mamário, em que se atribuiu escores que variaram de 2 a 5, de acordo com a formação do precipitado. Para a detecção dos casos de mastite clínica foi realizado o teste da caneca de fundo preto. Neste teste foi possível detectar alterações visíveis no leite (menor volume secretado, grumos, pus ou aspecto aquoso).

Após o ajuste das imagens o fundo foi removido para que fosse obtida uma região de interesse (ROIs), essa região refere-se ao úbere do animal. Nesse processo foram retiradas regiões que não seriam analisadas como ambiente e pernas do animal.

A técnica de clusterização consiste na decomposição de uma imagem digital em dois grupos de pixels, os que possuem um nível de cinza abaixo do limiar e os que possuem um nível de cinza acima do limiar (Azevedo e Conci, 2003). O limiar utilizado na análise das imagens foi o intervalo de temperatura para cada caso clínico: animais saudáveis (34

a 35°C), animais com mastite subclínica (34 a 37 °C) e animais com mastite clínica (34 a 38 °C). A divisão entre essas classes ocorreu durante o processamento, que a partir de uma imagem binária, agrupou-se os pontos do primeiro plano (objeto) com valor “1” e os demais receberam o valor “0”, definidos então como fundo.

A etapa de processamento foi realizada pelo software IMAGE J através do plugin segmentation (kmeans clustering). A rotulação dos clusters se deu através da técnica de clusterização utilizando o algoritmo K-means. Este algoritmo é uma heurística de agrupamento não hierárquico que busca minimizar a distância dos elementos a um conjunto de k centros dado por $\chi=\{x_1,x_2,\dots,x_k\}$ de forma iterativa. (LINDEN, 2009).

O algoritmo depende de um parâmetro (k=número de clusters) definido de forma ad hoc pelo usuário. Isto costuma ser um problema, tendo em vista que normalmente não se sabe quantos clusters existem a priori. O algoritmo do K-Means pode ser descrito da seguinte maneira: escolher k distintos valores para centros dos grupos (possivelmente, de forma aleatória); associar cada ponto ao centro mais próximo; recalcular o centro de cada grupo; repetir os passos 2-3 até nenhum elemento mudar de grupo.

Foi utilizado um valor de 0,0001 de tolerância do centro de cluster para atualização da iteração. Quando os centros do clusters, após as iterações, se mantiverem estáticos a partir do valor de tolerância, admite-se que o algoritmo convergiu para a solução final.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado das imagens clusterizadas por meio do algoritmo K-means estão apresentadas na Figura 2. De acordo com a escala de representação das cores utilizada (0 a 255) pela conveniência de se guardar cada valor de cor em 1 byte (8 bits) os valores dos clusters para os animais saudáveis variaram de 254,77 a 254,25 para cluster 0 (cor preta) e 1,62 a 2,078 para cluster 1 (cor cinza, que refere-se ao limiar definido para os enquadramentos anterolateral esquerdo, direito, posterior e inferior).

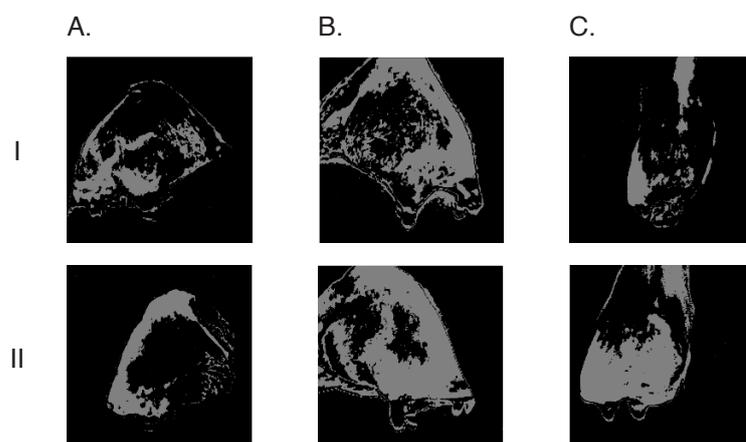




Figura 2. Resultado da técnica de clusterização utilizando o algoritmo K-médias para os animais saudáveis (I), com mastite subclínica (II) e clínica (III) nos enquadramentos anterolateral esquerdo (A), anterolateral direito (B), posterior (C)

Os valores dos clusters para os animais com mastite subclínica variaram de 254,7 a 254,1 para cluster 0 e 0,88 a 1,3 para cluster 1 respectivamente considerando os mesmos enquadramentos.

Para os animais com mastite clínica variaram de 254,62 a 254,33 para cluster 0 e 0,77 a 1,16 para cluster 1 respectivamente. De acordo com os valores do cluster 1 para as imagens analisadas houve evidente diferenciação entre os animais saudáveis e os animais com mastite subclínica e clínica porém não houve uma diferenciação entre os dois últimos quadros clínicos. Para as imagens apresentadas foi perceptível a diferenciação entre os quadros clínicos nos enquadramentos anterolateral esquerdo e direito porém o contraste para o enquadramento posterior não permitiu correta classificação.

As imagens inferiores não convergiram para um resultado esperado utilizando o algoritmo proposto, portanto, não foram obtidos resultados referentes a clusterização. Segundo Linden (2009) um ponto que pode afetar a qualidade dos resultados é a escolha do número de conjuntos feita pelo usuário. Se o número de conjuntos for pequeno demais pode causar a junção de dois clusters naturais, enquanto que se for grande demais pode fazer com que um cluster natural seja quebrado artificialmente em dois. Zheng et al. (2018) propuseram um método adaptativo de segmentação de imagens que gera resultados de segmentação precisos com operação simples e evita a entrada interativa do valor de K e comprovam que o método proposto neste artigo não é apenas simples, mas também preciso e eficaz.

CONCLUSÕES

Foi possível classificar imagens térmicas de animais saudáveis e com mastite nos enquadramentos anterolateral esquerdo, direito e posterior utilizando processamento de imagens através do algoritmo proposto.

REFERÊNCIAS

DA SILVA, L.G.; OLIVEIRA, C.B.F.; BERBER, B.B.; MOREIRA, E.F.A.; SANTANA, L.; DE BRUM, F.; MOZZAQUATRO, P.M.; ZANATTA, J.M. **Estudo sobre os algoritmos de clusterização hierárquica e Simple K-means aplicados no Agrupamento de padrões similares.** Revista da Universidade

DIGIOVANI, D.B.; BORGES, M.H.F.; GALDIOLI, V.H.G.; MATIAS, B.F.; BERNARDO, G.M.; SILVA, T.R.; FÁVARO, P.C.; JÚNIOR, F.A.B.; LOPES, F.G.; JÚNIOR, C.K.; RIBEIRO, E.L.A.; **Infrared thermography as diagnostic tool for bovine subclinical mastitis detection.** Revista Brasileira de Higiene e Sanidade animal, v.10, n.4, p.685-692, 2016.

FERREIRA, K. D., ÁVILA FILHO, S. H.; FERNANDA, J. **Termografia por infravermelho em medicina veterinária.** Enciclopédia Biosfera, v.13, n.23, 2016.

GLOSTER, J.; EBERT, K.; GUBBINS, S.; BASHIRUDDIN, J.; PATON, D. J. **Normal variation in thermal radiated temperature in cattle: implications for foot-and-mouth disease detection.** BMC veterinary research, v.7, n.1, 73, 2011.

LANGONI, H.; SALINA, A.; OLIVEIRA, G. C.; JUNQUEIRA, N. B.; MENOZZI, B. D.; JOAQUIM, S. F. **Considerations on the treatment of mastitis.** *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 37(11), 1261-1269. 2017.

LINDEN, R. **Técnicas de Agrupamento.** Revista de Sistemas de Informação da FSMA, n. 4, pp. 18-36, 2009.

PEZESHKI, A.; STORDEUR, P.; WALLEMACQ, H.; SCHYNTS, F.; STEVENS, M.; BOUTET, P.; BURVENICH, C. **Variation of inflammatory dynamics and mediators in primiparous cows after intramammary challenge with *Escherichia coli*.** *Veterinary research*, v.42, n.1, 15, 2011.

POLAT, B.; COLAK, A.; CENGIZ, M.; YANMAZ, L. E.; ORAL, H.; BASTAN, A.; HAYIRLI, A. **Sensitivity and specificity of infrared thermography in detection of subclinical mastitis in dairy cows.** Journal of Dairy Science, v.93, n.8, p.3525-3532, 2010.

REDAELLI, V.; BERGERO, D.; ZUCCA, E.; FERRUCCI, F.; COSTA, L. N.; CROSTA, L.; LUZI, F. **Use of thermography techniques in equines: principles and applications.** Journal of Equine Veterinary Science, v.34, n.3, p.345-350. 2014.

ROBERTO, J. V. B.; SOUZA, B. D. **Utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal.** Journal of Animal Behaviour and Biometeorology, v.2, n.3, p.73-84, 2014.

SÁ, J.P.N.; FIGUEIREDO, C.H.A.; NETO, O.L.S.; ROBERTO, S.B.A.; GADELHA, H.S.; ALENNCAR, M.C.B. **Os principais microorganismos causadores da mastite bovina e suas consequências na cadeia produtiva de leite.** Revista Brasileira de Gestão Ambiental. v.12, n.1, p.01- 13, 2018.

VLIEGHER, S. de; FOX, L. K.; PIEPERS, S.; McDOUGALL, S.; BARKEMA, H. W. **Invited review: Mastitis in dairy heifers: Nature of the disease, potential impact, prevention, and control.** Journal of dairy science, v.95, n.3, p. 1025-1040, 2012.

ZHENG,X.; LEI, Q.; CORRER,Y.; GONG, Y.; QIAN, Y. **Image segmentation based on adaptative K-means algorithm.** I. EURASIP Journal on Image and Video Processing. n.68, 2018.

PRODUÇÃO MASSAL DE *Beauveria bassiana*: HISTÓRIA E PERSPECTIVAS NO BRASIL E NO MUNDO

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 04/06/2020

Aloísio Freitas Chagas Júnior

Universidade Federal do Tocantins, Gurupi – TO

<http://lattes.cnpq.br/9286795171322846>

Lorena Resende Oliveira

Universidade Federal do Tocantins, Gurupi – TO.

<http://lattes.cnpq.br/1987114569855388>

Leandro Colognese

Universidade Federal do Tocantins, Gurupi – TO.

<http://lattes.cnpq.br/3144581405172768>

Thyenny Gleysse Castro Silva

Universidade Federal do Tocantins, Gurupi – TO.

<http://lattes.cnpq.br/4500573372223696>

Manuella Costa Souza

Universidade Federal do Tocantins, Gurupi – TO.

<http://lattes.cnpq.br/0256046793020150>

Flávia Luane Gomes

Universidade Federal do Tocantins, Gurupi – TO

<http://lattes.cnpq.br/6868051909051202>

Tamyres Braun da Silva Gomes

Universidade Federal do Tocantins UFT, Gurupi –
TO.

<http://lattes.cnpq.br/8948659839228467>

Lisandra Lima Luz

Universidade Federal do Tocantins UFT, Gurupi –
TO.

<http://lattes.cnpq.br/6204830132230633>

Lillian França Borges Chagas

Universidade Federal do Tocantins UFT, Gurupi –
TO.

<http://lattes.cnpq.br/6412767227344500>

RESUMO: A concepção de que o uso de defensivos garante maior produção está sendo deixada de lado, já que está sendo considerado o custo ambiental da utilização destes produtos. A busca por alimentos mais saudáveis e principalmente por uma produção sustentável, tem feito com que os produtores se conscientizem a reduzir o uso demasiado de agrotóxicos e implantem a ideia da agricultura orgânica. Porém, a grande dificuldade é realizar o controle de pragas sem o uso de agrotóxico, sendo então uma alternativa o uso de produtos microbiológicos. Uma produção de êxito comercial se dá a partir do emprego de um isolado que cresça rápido e que tenha considerável esporulação e alta patogenicidade contra o alvo, sendo produzido em um meio de simples composição e que seja viável em pequena e larga escala. *Beauveria bassiana* é um dos fungos mais usados no controle biológico de pragas, como por exemplo, no controle da mosca branca (*Bemisia tabaci*). Existem no mercado brasileiro e mundial diferentes formulações de produtos à base de

B. bassiana, principalmente na forma de pó molhável, sendo os conídios o ingrediente ativo principal juntamente com um inerte. Para esse tipo de fermentação, geralmente a fermentação sólida (SSF) e a bifásica (TSF) são as mais usadas. Entretanto, as pesquisas relacionadas à produção massal do fungo entomopatogênico estão direcionadas principalmente a fermentação líquida (SF ou LSF), já que os processos são padronizados e a produção é mais rentável, sendo o produto final composto por blastosporos, corpos hifais e micélios, cujo mecanismo de ação ainda não está totalmente descrito.

PALAVRAS-CHAVE: Fermentação líquida; Formulações; Produção em larga escala.

Beauveria bassiana MASS PRODUCTION: HISTORY AND PERSPECTIVES IN BRAZIL AND THE WORLD

ABSTRACT: The concept that the use of pesticides ensures greater production is being neglected, since the environmental cost of using these products is being considered. The search for healthier foods and mainly by a sustainable production has done with the farming to reduce the use of pesticides and deploy the idea of organic agriculture. However, a major difficulty is performing pest control without the use of pesticides, being then an alternative use of microbiological products. A production of commercial success is from the employment of an isolate that grows fast and has a considerable sporulation and high pathogenicity against the target, being produced in a medium of simple composition and that is feasible in small and large scale. *Beauveria bassiana* is one of the most widely used in the biological control of pests, such as for example, in the control of the whitefly (*Bemisia tabaci*). There is in Brazilian market and world different formulations of products on the basis of *B. bassiana*, mainly in the form of wettable powder with conidia has the main active ingredient together with an inert. For this type of fermentation, usually the solid-state fermentation (SSF) and two-stage fermentation (TSF) are the most used. However, the related searches of massal production of entomopathogenic fungi are directed mainly to submerged fermentation (SF or LSF), since the processes are standardized and the production is more profitable, being the final product composed of blastopores, hyphal bodies and mycelia, whose mechanism of action is still not fully described.

KEYWORDS: Liquid fermentation; Formulations; Large-scale production.

INTRODUÇÃO

A produção de *Beauveria bassiana* tem sido realizada através de fermentação em meio líquido, semissólida ou sólida, sendo o micélio seco a maneira mais comum de produção. Em fermentações sólidas e semissólidas os substratos mais utilizados são arroz parabolizado, milho triturado, farelo de arroz, bagacilho de cana-de-açúcar triturado (OTTATI-DE-LIMA, 2007). Porém, para Kleespies e Zimmermann (1992) levando em conta à produção massal de um fungo entomopatogênico, a fermentação líquida é a maneira

mais rentável de produção. Além disso, é uma das formas de produzir mais estudada nos últimos anos (Figura 1).

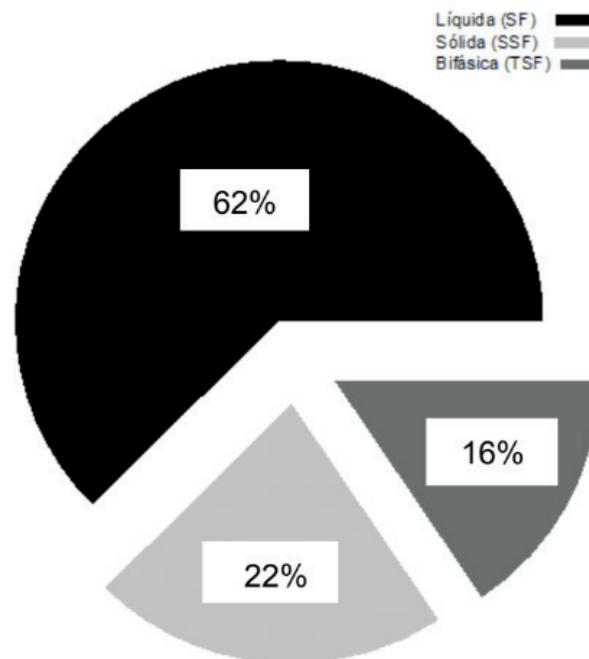


Figura 1. Cenário das formas de produção de *Beauveria* sp. nos últimos 10 anos. Fermentação líquida (SF) Fermentação Bifásica (TSF) e Fermentação sólida (SSF). Pesquisa realizada em artigos publicados em revistas científicas internacionais nos anos de 2008 a 2018 (Total de 33 artigos analisados).

Por ser mais fácil de monitorar as condições físicas e nutricionais exigidas pelos microrganismos, os meios líquidos vêm sendo empregados cada vez mais. Os meios mais ricos em C e N, geralmente produzem mais formas vegetativas: blastosporos, corpos hifais e micélios, sendo muito utilizado sacarose e extrato de levedura para cultivo em meio líquido que resulta em alta produção de conídios (OTTATI-DE-LIMA, 2007). Foi relatado por Alves et al. (2002) que a *Beauveria bassiana* desenvolvida em meio líquido foi capaz de colonizar insetos hospedeiros através da fase leveduriforme, na qual a fase micelial se diferencia para um estágio de levedura.

Desde a década de 60 a produção de fungos está se desenvolvendo no Brasil, e para o desenvolvimento de fungos e a produção de esporos é utilizado cereais como o arroz, que é cozido para que haja a colonização e depois é triturado e lavado para a remoção dos esporos que será o ingrediente ativo do produto de interesse (UHRY, 2007).

Considerando a diversidade de formas de produção de *Beauveria bassiana*, o presente trabalho teve como objetivo revisar como estão direcionadas as pesquisas sobre a produção massal de *Beauveria bassiana*. Mas para isso, será descrito também a história de descoberta do fungo, seu ciclo de vida, principais metabólitos produzidos e pragas controladas por *Beauveria* sp. Além disso, serão expostas as formulações comerciais de produtos à base de *Beauveria* no Brasil e no mundo.

O FUNGO *Beauveria* sp.

Dentre vários patógenos utilizados no controle biológico de pragas, estão os fungos entomopatogênicos como, por exemplo, a *Beauveria* (SANTA et al., 2009). A partir de análises filogenéticas moleculares, o fungo foi incluso no grupo dos Ascomycetos, ordem Clavicipitales, Classe Hyphomycetes, Família Moniliaceae e é comumente encontrado no solo. Este fungo pode ocasionar graves doenças em mais de 200 espécies de insetos (UHRY, 2007; DE MOURA et al., 2015).

Em 1835, Agostinho Bassi, o pai da patologia de inseto, observou que as culturas do bicho-da-seda eram atacadas por um fungo, designando então por *Botrytis paradoxa*, que foi nomeada por *Beauveria bassiana*, por Giusepp Balsamo-Crivelli em homenagem a descoberta de Bassi. Em 1726, na Itália, foi realizado um registro sobre o fungo, onde Reaumur observou a infecção em um inseto (DE MOURA et al., 2015).

B. bassiana é um fungo entomopatogênico que pode ser encontrado no solo e também em diversos insetos-praga, e vem sendo muito utilizado como constituinte ativo de produtos para o combate de diversas pragas (DALZOTO; UHRY, 2009).

O ciclo biológico da *B. bassiana* (Figura 2) proporciona sua caracterização como um parasita facultativo, onde seus conídios têm a capacidade de penetrar em qualquer parte da cutícula do inseto mediado por enzimas líticas, e também podem aparecer no sistema respiratório e digestório. Os conídios já dentro do inseto criam tubos germinativos e hifas que transpassam o tegumento. Logo, o fungo se propaga na hemolinfa do hospedeiro criando uma vasta massa de hifas, ocasionando posteriormente a morte do inseto. Assim, com a redução dos nutrientes, e em condições favoráveis, o fungo aflora, externando suas hifas e formando uma massa branca na superfície do cadáver (DALZOTO e UHRY, 2009).

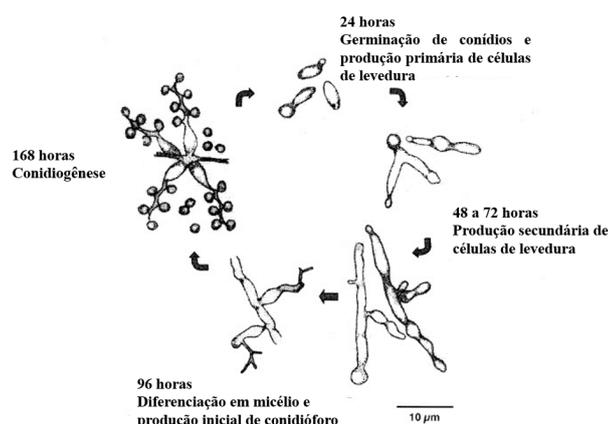


Figura 2. Ciclo de crescimento de *B. bassiana* em meio ágar MacConkey.

Fonte: Alves et al. (2002)

Dentro do hospedeiro, a ramificação do micélio origina os blastoporos leveduriformes, os quais são maiores que conídeos aéreos, e que proliferam na hemocele do hospedeiro

infectado (BERNARDO, 2016).

B. bassiana pode colonizar a maioria dos insetos em laboratório, e no campo dá-se de forma enzoótica e epizoótica em Coleoptera, Lepidoptera, Hemiptera e de maneira enzoótica sobre Diptera, Hymenoptera e Orthoptera (FEIJÓ et al., 2007).

O gênero *Beauveria* é um dos responsáveis de controle biológico mais propícios devido sua diversidade de hospedeiros e capacidade de penetração pela cutícula. Com a população de insetos infectada, nela persiste o fungo após a infecção e reduz sua longevidade, resultando em altas taxas de mortalidade (DA SILVA et al., 2006).

Esta espécie dispõe de uma vasta variação genética entre seus diferentes isolados. Sua virulência e patogenicidade contra diferentes pragas também variam de acordo com os isolados, assim como também seus caracteres enzimáticos e de DNA, que são expressos conforme for as condições ambientais (ALVES et al., 2002).

O ciclo de vida de *B. bassiana* inicia-se dentro do hospedeiro a partir da germinação dos conídios, que em contato com o tegumento, origina um tubo germinativo por todo o corpo do hospedeiro. A colonização ocorre inicialmente pelo estágio leveduriforme, que na maior parte dos fungos não é observada essa fase na parte externa do inseto (ALVES et al., 2002).

PRINCIPAIS ESPÉCIES

As duas linhagens não relacionadas do gênero *Beauveria* equivalem aos clados A e C, sendo que o primeiro se distribui globalmente, e nele está incluso o teleomorfo *Cordyceps bassiana*. Já o clado C abrange os isolados originários da Europa e América do Norte, sendo todos anamórficos. Além disso, o isolamento pela distância é uma razão que indica a evolução da diversidade dos clados (UHRY, 2007).

Devido à sua morfologia, a identificação de *Beauveria* se torna trabalhosa já que as estruturas dos fungos são simples e faltam variações fenotípicas específicas. Os conídios são ímpares para a realização desse reconhecimento que é feito através da medição de suas dimensões (REHNER e BUCKLEY, 2005). Tais dimensões podem ser determinadas através da eletromicrografia realizada em microscópio eletrônico de varredura (BERNARDO, 2016).

De acordo com as características morfológicas e bioquímicas, são conhecidas algumas espécies do gênero *Beauveria*: *B. alba*, *B. amorpha*, *B. bassiana*, *B. brongniartii*, *B. velata*, *B. vermiconia*, *B. caledonica*, *B. asiática*, *B. australis*, *B. kipukae*, *B. malawiensis*, *B. pseudobassiana*, *B. sungii*, *B. varroae*, *B. lii*, *B. sinesis*, *B. hoplocheli*, *B. rudraprayagi*, *B. medigensis*. Contudo, a segmentação das espécies em clados pode ser realizada apenas por meio do sequenciamento de DNA. O genoma das diferentes linhagens é bastante diversificado, sendo capaz de identificar cariótipos de 5 a 8 cromossomos e variar de

tamanho numa faixa de 26,5 a 44,1 Mb (UHRY, 2007; IMOULAN et al., 2017).

Ainda conforme Uhry (2007), os conídios de *B. bassiana* são uninucleados ou multinucleados, hialinos, com formato arredondado, medindo cerca de 1,5 a 2,0 µm, e os conidióforos apresentam conformação dilatada na base e afinada na extremidade por onde os conídios são liberados. E em relação às colônias, são de coloração branca ou levemente corada e morfologicamente macia a pulverulenta.

B. bassiana apresenta linhagens dimórficas, que aparecem tanto quando cultivadas nos meios de cultura líquidos como quando presentes na hemolinfa de insetos, apresentando-se com aparência leveduriforme, denominadas blastósporos; associando esse estágio a capacidade de o fungo infectar o hospedeiro (UHRY, 2007).

PRINCIPAIS PRAGAS CONTROLADAS POR *Beauveria*

Conforme Da Silva et al. (2006), o gênero *Beauveria* é um dos agentes mais promissores para o controle biológico, visto que se dispersa facilmente, além de possuir extensa variedade de hospedeiros e habilidade de penetração. A espécie *Beauveria bassiana* é um dos fungos mais empregados para controlar pragas na agricultura já que é patogênico a várias espécies e também pela facilidade de produção *in vitro* (SANTORO et al., 2005).

Vinculando ao manejo integrado de pragas, a *Beauveria bassiana* é utilizada como alternativa viável para reduzir os estragos causados por insetos. (ZAMBIAZZI et al., 2016). Em condições de laboratório o fungo *Beauveria bassiana* pode colonizar a maioria dos insetos, sendo que em campo a sua proliferação se dá de forma enzoótica sobre dípteros, himenópteros e ortópteros, e de maneira enzoótica e epizoótica sobre os coleópteros, lepidópteros e hemípteros, infectando por volta de 300 espécies de artrópodes que prejudicam a agricultura e pecuária (GUIMARÃES et al., 2016).

Em estudos feitos por Santa et al. (2009), pode-se verificar a patogenicidade da *Beauveria* sp. sobre *Thelosia camina* e *Hylesia* sp. em cultura de erva-mate. Onde obtiveram resultados que se mostraram viáveis para utilizar o fungo como agente de controle biológico.

Na bananeicultura, a broca-do-rizoma (*Cosmopolitis sordidus*) é a principal praga que ataca a cultura em vasta distribuição geográfica, atingindo todos os Estados brasileiros (DE MOURA et al., 2015). Ainda, De Moura et al. (2015) afirmam que o fungo *Beauveria* tem sido comercializado no Brasil para o controle de diversas outras pragas como ácaros do mamão, broca-do-café e cochonilhas, e tem sido eficiente até para o controle de cupins. Expressa ainda grande eficiência no controle de pragas como o Moleque-da-babaneira, mosca branca e de pragas das culturas como cana-de-açúcar, feijão, caju, pastagem, soja e cacau.

Em estudo realizado por Garcia (2004), a patogenicidade do fungo *Beauveria*

bassiana foi estudada e reconhecida como promissora para o controle biológico do *Orthezia praelonga*, considerada a principal cochonilha que ocorre em *Citrus* spp.

Na pesquisa realizada por Zambiazzi et al. (2016), foi observado que para a lagarta-da-espiga do milho, *Helicoverpa zea*, o uso de *Beauveria bassiana* como patógeno desta praga apresentou excelente resultados, causando mortalidade de maior parte dos insetos devido sua alta patogenicidade, porém afirma que a concentração letal oscila dependendo da estirpe do fungo, espécie do inseto e maneira de como é aplicado o produto.

Conforme os resultados apresentados por Zambiazzi et al. (2016), o tempo médio que *B. bassiana* levou para provocar mortalidade da lagarta-da-espiga foi de 3,9 dias na concentração 1×10^8 conídios mL^{-1} , e 6,6 dias na concentração 5×10^6 conídios mL^{-1} . Zambiazzi et al. (2016) ainda certifica que as lagartas mortas se apresentaram com aspecto enrijecido devido a ação do fungo, e apresentaram como sintomas da patogenicidade de *B. bassiana*, a redução de apetite, ociosidade e surgimento de manchas negras sobre o corpo após a morte.

Dalzoto e Uhry (2009) citam algumas pragas que são combatidas por *B. bassiana* como o ácaro rajado (*Tetranychus urticae*), cochonilhas (*Dactylopius coccus*), cupins (*Coptotermes* sp.), moleque-da-bananeira (*Cosmopolites sordidus*), mosca branca (*Bemisia tabaci*), ácaro da falsa ferrugem (*Phyllocoptruta oleivora*), broca-do-café (*Hypothenemus hampei*), broca-do-rizoma ou moleque-da-bananeira (*Cosmopolites sordidus*), broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*), *Boophilus microplus* e *Alphitobius diaperinus*.

B. bassiana foi estudada como promotor de biocontrole da broca da haste da mandioca por Garcia et al. (2013) controlando os insetos adultos de *Sternocoelus* spp., na expectativa de oferecer baixo custo para os agricultores familiares e segurança alimentar. Foi constatado por Alves et al. (2002) a virulência da *Beauveria*, sob forma análoga a de leveduras, contra *D. saccharalis*.

O fungo *Beauveria bassiana* é encontrado em mais de 30 espécies de insetos no Brasil, sendo utilizado no controle de *Diatraea saccharalis*, percevejos do colmo-do-arroz, *Tibraca limbativentris*, muito empregado também contra as pragas que atacam a soja como *Nereza viridula*, *Euschistus heros* e *Piezodorus guildinii*, além de estudos feitos que comprovaram a eficiência do fungo contra o vetor da doença de Chagas, *Triatoma infestans*. Há também estudos feitos em outros países comprovando a virulência de *B. bassiana* contra *Leptoglossus zonatus* (Coreidae) e *Pachycoris klugii* (Scutelleridae), que atacam nogueiras (OTTATI-DE-LIMA, 2007).

A *Beauveria* também atua no controle de carrapatos, uma vez que acomete a cutícula do hospedeiro por interações eletrostáticas seguida da liberação de enzimas hidrolíticas (BERNARDO, 2016).

METABÓLITOS PRODUZIDOS PELO FUNGO

Os fungos entomopatogênicos produzem uma considerável quantidade de biomoléculas, que são consequência do metabolismo primário e secundário e podem ser aplicados na indústria em diversos setores, como a agroindústria, bioprocessos, farmacologia, bioconversão e tecnologia ambiental (VALENCIA, 2011).

Moléculas bioativas são geradas por reações consecutivas, catalisadas por enzimas do metabolismo primário, e então podem ocasionar diversas respostas em variados organismos que manifestam atividade inseticida e antimicrobiana (Valencia, 2011).

De acordo com De Moura et al. (2015), os fungos são os organismos fundamentais para o controle biológico, já que eles acarretam 80% das doenças em pragas. As micotoxinas produzidas pelos fungos entomopatogênicos levam a morte dos insetos, que em relação ao crescimento vegetativo, ocorre um bloqueio mecânico do aparelho digestivo e outros danos físicos em virtude do crescimento dos micélios.

B. bassiana penetra no hospedeiro pelo tegumento através de fatores físicos como a pressão que as hifas exercem rompendo as membranas e também químicos, resultado da ação de enzimas extracelulares como esterases, proteases, lipases e quitinases que favorecem a penetração mecânica (Figura 3). São estas mesmas enzimas que deterioram a estrutura de polímeros da cutícula composta de proteínas. Após a formação dos tubos germinativos no interior do inseto, *B. bassiana* alcança um ambiente rico em nutrientes e assim disseminam-se produzindo toxinas como as dextruxinas e citocalasinas, as quais causam paralisia do inseto levando-o a morte (GUIMARÃES et al., 2016).

A morte do hospedeiro se dá devido à doença designada muscardine branca, ocasionando a perda de sensibilidade do inseto juntamente com a perda de coordenação dos movimentos e paralisia, matando-os por falta de nutriente. O ciclo da doença dura de 8 a 10 dias tornando os insetos duros e revestido por uma massa branca (GUIMARÃES et al., 2016).

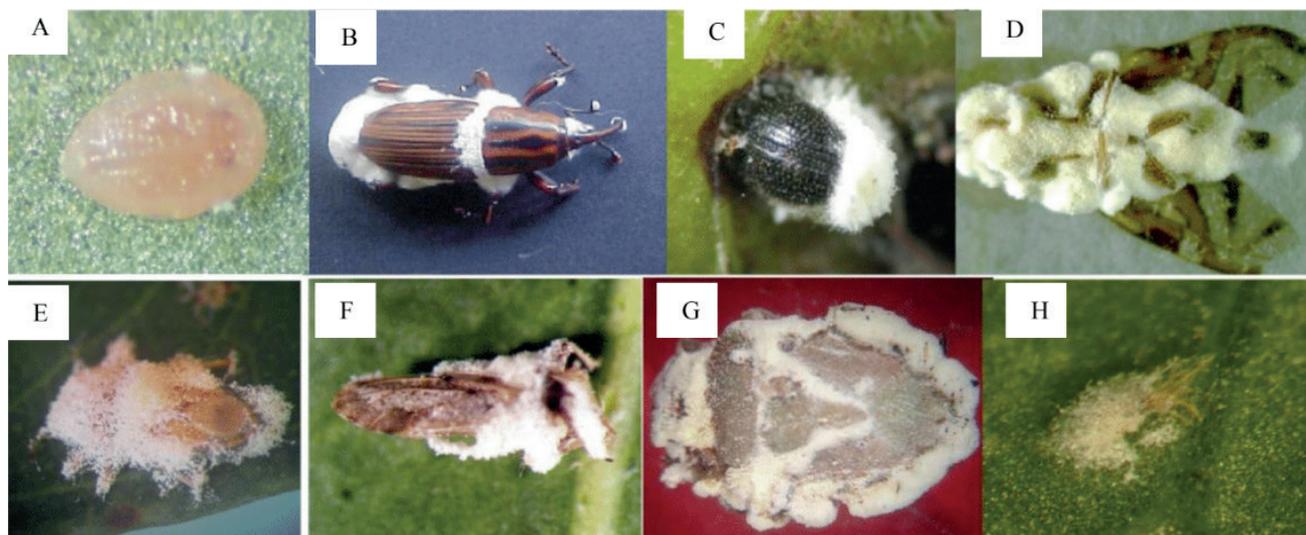


Figura 3. *Beauveria bassiana* colonizando diversos hospedeiros. (A) Ninfa da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B. (B) *Metamasius hemipterus*. (C) Broca do café *Hyphotenemus hampei*. (D) *Anastrepha fraterculus*. (E) *Tetranychus urticae*. (F) Percevejo da soja *Nezara viridula*. (G) *Diaphorina citri*. (H) *Thaumastocoris peregrinus*.

Fonte: Mascarin e Jaronski (2016).

Produzidos em meios de cultura artificiais, os fungos entomopatogênicos secretam uma série de metabólitos secundários tóxicos de baixo peso molecular, inclusive peptídeos cíclicos com características antibióticas e inseticidas (ANDRIOLI, 2012). A produção de quitinase extracelular mostrou-se necessária para a virulência de *B. bassiana* (FAN et al., 2007). Outros fatores de virulência que incluem lipases e proteases secretadas também podem participar da degradação da cutícula do inseto (JOSHI et al., 1995). Toxinas protéicas secretadas como bassiacridina (QUESADA-MORAGA e VEY, 2004) e metabólitos primários levemente tóxicos como ácido oxálico (KIRKLAND et al., 2005) também podem contribuir para a patogênese.

Foi identificado um metabólito inibidor de agregação plaquetária, a bassiatina, que tem estrutura determinada como (3S, 6R)-4-metil-6-(1-metiletil)-3-fenilmetil-1,4-peridroxazina-2,5-diona, obtida de caldo fermentado de *Beauveria bassiana* (ANDRIOLI, 2012). No estudo feito por Takahashi et al. (1998), foi comprovado a produção de dois metabólitos por *Beauveria bassiana* denominados de piridovericina e piridomacrolidina. Já Imoulan et al. (2016) menciona outro metabólito, o beauvericina, que é um hexadepsipeptídeo cíclico que se resume em uma sequência alternada de três grupos D-a-hidroxi-isovaleril e três grupos N-metil-L-fenilalanil, podendo ser encontrado em *Fusarium* spp. Este metabólito tem caráter antibiótico, inseticida, apoptóticos e inibitórios de colesterol aciltransferase.

A beauvericina (BEA, toxina ciclodepsipeptídeo) é produzida por outros fungos além de *Beauveria bassiana* e confere ação contra larvas de *Aedes aegypti*. É produzido também dois ciclodepsipeptídeos análogos que contém ácido 2-hidróxi-3-metilfenilpentanóico, que são tóxicos para insetos (ANDRIOLI, 2012). A BEA apresenta ação ionofórica, sendo incorporada pelas membranas biológicas e formando um complexo com cátions essenciais,

o que faz com que a permeabilidade iônica aumente, influenciando na homeostase celular. Além disso, BEA influencia na viabilidade celular, induzindo a citotoxicidade em células animais entre 24 e 72 horas conforme a dosagem (MALLEBRERA et al., 2016).

Diversos fatores afetam expressivamente a produção de toxinas, bem como: período de crescimento, formação de micélios, metabolismo do fungo, condições de incubação, temperatura e umidade; sendo que para a produção da micotoxina BEA, um dos fatores importantes é a síntese do peptídeo estar relacionada com o crescimento exponencial do micélio (VALENCIA, 2011).

Como alternativa ao uso de inseticidas químicos, Ragavendran et al. (2017) apresenta larvicidas microbianos a partir de *Beauveria bassiana* para o controle de larvas de mosquitos, apresentando como metabólitos secundários bassianina, bassiacridina, bassianolida, beauverolida, tenelina e oosporina.

A oosporina é uma benzoquinona que reage com proteínas e aminoácidos através de reações de oxidação mudando os grupos-SH, tiol, resultando no mau funcionamento enzimático, além de ser um antibiótico eficaz contra bactérias gram-positivas, e pouco efeito sobre as gram-negativas (STRASSER, 2000).

Outra toxina secretada por *B. bassiana* é a bassianolida, cuja estrutura é um ciclo-octadepsipeptídeo, tendo caráter antibiótico ionóforo, e induz sintomas atônicos em larvas de bicho-da-seda (STRASSER, 2000).

FORMAS DE PRODUÇÃO DE *Beauveria* sp.

Para que os fungos entomopatogênicos sejam utilizados como inseticidas biológicos, é necessário estar acessível em grandes quantidades, visto que para as pragas serem colonizadas pelo patógeno, é importante uma alta concentração de inóculo. Sendo então fundamental a produção de fungos em larga escala por meio de processos “in vitro”, realizados em meios sólidos, líquidos e bifásicos (SANTORO et al., 2005).

A produção de esporos de *B. bassiana* pode ser obtida usando diferentes metodologias, que podem ser classificadas como baixa ou alta tecnologia. Ambos os sistemas de fermentação sólido e líquido são utilizados para a produção em massa de agentes de biocontrole (VU, HONG e KIM, 2008; PHAM et al., 2009). A fermentação em estado sólido (SSF) permite que vários tipos de fungos produzam conídios resistentes e hidrofóbicos (BARTLETT e JARONSKI, 1988). Na fermentação líquida submersa (SF) os blastosporos produzidos são hidrofílicos e perdem a viabilidade relativamente rápido durante o armazenamento (ROMBACH, 1989).

Na fermentação em estado sólido (SSF) tradicional, o substrato sólido úmido (40% de umidade, geralmente grãos de arroz) é colocado em sacos de polipropileno (50 x 39 cm) e previamente esterilizado. Após a inoculação, os sacos de polipropileno são fechados, permitindo troca gasosa (o saco pode ser fechado parcialmente ou utilizando rolhas

porosas) e incubado por 7 a 30 dias até a máxima conidiação (MÉNDEZ-GONZÁLEZ et al., 2018).

O processo de biorreator de saco de polipropileno apresenta um investimento inicial baixo e pode ser implementado independentemente do nível de avanço tecnológico da região. Requer pouco equipamento com substratos adquiridos na localidade (SWANSON, 1997). No entanto, apresenta variações de tempo de processo, produção e qualidade de conídios (JENKINS e GRZYWACS, 2000), que são causadas regularmente por variações nos parâmetros do processo (temperatura, umidade do substrato, nutrientes, luz, pH, entre outros) (LUZ e FARGUES, 1998).

Na fermentação bifásica ocorrem duas etapas, onde primeiro realiza-se a fermentação líquida (SF ou LSF) e em seguida, a fermentação em estado sólido (SSF). Nesse tipo de fermentação o produto final também são conídios aéreos (FARIA e WRAIGHT, 2007; LI et al., 2010).

A tecnologia de fermentação líquida, por outro lado, pode superar essas desvantagens de produção (sólida e bifásica), fornecendo capacidades de aumento de escala mais econômicas para a produção alternativa de propágulos de fungos. Devido ao curto tempo de fermentação, a facilidade de recuperação do produto, a automação do processo e a disponibilidade de componentes de meio de baixo custo, a fermentação líquida é considerada o método mais econômico para produzir agentes de biocontrole de fungos (JACKSON; CLIQUET; ITEN, 2003).

FORMULAÇÕES DE PRODUTOS À BASE DE *Beauveria bassiana*

Globalmente são encontrados diversos produtos comerciais à base de *B. bassiana*, e no Brasil, houve a inserção dos fungos entomopatogênicos na década de 60 para a produção industrial (DALZOTO e UHRY, 2009). A formulação de produtos objetiva incrementar a virulência do patógeno, tornar mais simples aplicação em campo, e também conservar o meio ambiente, deixando o microrganismo hábil a ser utilizado nas condições do ambiente, e levar a integração do controle biológico à população sem causar prejuízos (SOUZA et al., 2009).

As existências de barreiras como a produção massal e maneiras de conservação de produtos formulados que garantem patogenicidade e virulência do microrganismo por pelo menos dois anos, em circunstâncias de simples armazenamento e aplicação, leva a procura de novas formulações de produtos biológicos que possam liberar o ingrediente ativo com fácil aplicação, alta eficiência e custos menores. Portanto, o produto fabricado deve ser estabilizado a fim de conservar as atividades inseticidas do patógeno por um longo período de tempo (ALMEIDA et al., 2007).

O êxito esperado pelo uso de produtos biológicos está relacionado as condições

climáticas da região, quantidade de inóculo a ser utilizado na área desejada, e conhecimento sobre os hábitos das pragas alvo. Atualmente, são reconhecidos no Brasil pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, um total de vinte e dois produtos registrados a base de *Beauveria bassiana* (AGROFIT, 2019).

A fabricação de produtos à base de fungos visando o controle biológico deve ser realizada por técnicas de baixo custo e que obtenham altas concentrações de estirpes viáveis. Tais conhecimentos vêm sendo aplicados em biofábricas instaladas pelo país que no período de 2002/2003 produziram cerca de 286 toneladas, com valor de comercialização de R\$ 10,00/Kg (OTTATI-DE-LIMA, 2007).

Na tabela 1 está descrito as principais formulações de produto comercializados no Brasil a base de *B. bassiana* com registro no MAPA, como também a dosagem por hectare de cada produto comercial no controle da mosca branca, sendo que ela varia em uma faixa de 0,15 a 1,25 Kg/ha.

O Mycotrol ESO (Formulação líquida) tem uma vida útil de 18 meses e não requer refrigeração. No entanto, como o produto contém um fungo vivo, é importante evitar a exposição a altas temperaturas. O Mycotrol ESO é registrado para várias culturas agrícolas e múltiplas pragas. O Mycotrol WPO (Pó molhável) tem uma vida útil de 12 meses, que é mais curta que a formulação ESO, mas não requer refrigeração. Mycotrol WPO é usado principalmente para aplicações em estufas, viveiros, paisagens, interiores, gramados. Ao contrário do Mycotrol-O e do ESO, a formulação WPO não está registrada para certas espécies de insetos Lepidoptera que atacam o caule e que se alimentam de folhas (DARA, 2016).

O BEAUVITECH® WP é uma formulação de pó molhável (WP) que contém esporos da estirpe J25 de *Beauveria bassiana* numa concentração de $1,0 \times 10^{10}$ esporos por grama em um veículo inerte (DUDUTECH IPM SOLUTIONS, 2016).

Outro produto a base de *Beauveria bassiana* que já está no mercado é o Boverin, comercializado na Rússia e que controla diversas pragas. Em sua formulação é utilizado os mesmos componentes em escala laboratorial para produção do inóculo, como também em larga escala para o produto de final, sendo composto de 2% de extrato de levedura, 1% de xarope de milho e sais minerais, alcançando uma concentração de esporos de $8,8 \times 10^8$ no inóculo, e de $1,0 \times 10^9$ a $1,5 \times 10^9$ no produto final (OTTATI-DE-LIMA, 2007).

É essencial que para o desenvolvimento de produto de controle microbiano de pragas tenha linhagens ou isolados apropriados, ou seja, dispor de um banco de isolados preservados e com a variabilidade genética certificada. E, além disso, os fungos entomopatogênicos devem possuir requisitos como a alta eficiência no controle, alta eficiência de disseminação, resistência contra condições adversas, elevada taxa de desenvolvimento e formação de conídios, entre outros (GARCIA, 2004).

Produtos	Empresas	NR ¹	Concentração ²	Formulação ³	Dosagem ⁴
Ballvéria	Ballagro Agro Tecnologia	7312	Isolado IBCB 66 (1 x 10 ⁹ UFC/g)	WP	0,15 a 0,25 Kg p.c./ha
BeuveControl	Simbiose	3816	Isolado IBCB 66 (1 x 10 ⁹ UFC/g)	WP	0,375 Kg/ha
Beauveria JCO	JCO Fertilizantes	9615	Isolado IBCB 66 (1 x 10 ⁹ UFC/g)	WP	1,25 Kg p.c./ha
Beauveria Oligos	OligosBiotec	3840	Isolado IBCB 66 (1 x 10 ⁹ UFC/g)	WP	0,750 Kg p.c./ha
Bioveria WP	Bioenergia	7816	Isolado IBCB 66 (1 x 10 ⁹ UFC/g)	WP	0,4 Kg p.c./ha
Boveria-Turbo	Biovalens	12516	Isolado IBCB 66 (1 x 10 ⁹ UFC/g)	WP	0,4 Kg p.c./ha
Boveril PL63	Koppert	4902	ESALQ PL63	WP	0,5; 0,75 e 1,0 kg p.c./ha
Granada	Laboratório Farropilha	9815	Isolado IBCB 66 (1 x 10 ⁹ UFC/g)	WP	0,5 Kg p.c./ha

Tabela1. Produtos Registros no MAPA a base de *Beauveria bassiana* no controle de *Bemisia tabaci* (mosca branca).

¹ Número de registro no MAPA; ² Concentração UFC/g, Unidade formadora de colônias por grama de produto; ³ Formulação WP, pó molhável; ⁴ Dosagem recomendada pelo fabricante em Kg p.c./ha, kg do produto comercial por ha.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J.E.M.; ROCHA, T.C.; BATISTA FILHO, A. Desenvolvimento de método para extração física de conídios de *Metarhizium nisopliae* e *Beauveria bassiana* para formulação de pó seco e molhável de bioinseticida. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.74, n.4, 2007.
- ALVES, S.B. et al. *Beauveria bassiana* yeast phase on agar medium and its pathogenicity against *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Journal of Invertebrate Pathology**, v.81, n.2, p.70-77, 2002.
- ANDRIOLI, W.J. **Otimização das condições de cultivo de *Beauveria bassiana* e *Mycocleptodiscus indicus* visando à produção de metabólitos com atividades antimicrobiana, antiparasitária e antitumoral**. 2012. 47f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, 2012.
- BARTLETT, M.C.; JARONSKI, S.T. Mass production of entomogenous fungi for biological control of insects. In: Burge M.N. **Fungi in biological control systems**. Manchester/NY: Manchester University Press; p.65-85, 1988.
- BERNARDO, C.D.C. **Conídios e blastosporos de *Metarhizium spp.* e *Beauveria bassiana*: virulência para *Rhipicephalus microplus* e resposta ao calor e à radiação UV-B**. 2016. 97f. Tese (Doutorado em Medicina Tropical e Saúde Pública) – Universidade Federal de Goiás, 2016.
- DALZOTO, P.R.; UHRY, K.F. Controle biológico de pragas no Brasil por meio de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. **Biológico, (divulgação técnica)**. São Paulo, v.71, n.1, p.37-41, 2009.
- DA SILVA, A. S. et al. Ação do fungo *Beauveria bassiana*, isolado 986, sobre o ciclo biológico do cascudinho *Alphitobius diaperinus* em laboratório. **Ciência Rural**, v.36, n.6, p.1944-1947, 2006.
- DARA, S. K. **New organic-approved formulations of the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana***. Disponível em: <<https://ucanr.edu/blogs/strawberries-vegetables/index.cfm?tagname=Mycotrol%20ESO%20and%20WPO>>, Publicado em: setembro de 2016.

DE MOURA, N.A. et al. **Avaliação do controle biológico da broca de rizoma da bananeira (*Cosmopolites sordidus* Germ., 1824) utilizando o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.** Revista Eletrônica de Biologia, v.8, n.2, p.246-261, 2015.

DUDUTECH IPM SOLUTIONS. **Bula do Beauvitech WP.** Disponível em: <http://www.dudutech.com/wp-content/uploads/sites/2/2014/04/WEB_2016-BEAUVITECH_A4-Product-flyer-General.pdf>. Acesso em 01 de janeiro de 2019.

FAN, Y.; FANG, W.; GUO, S.; PEI, X.; ZHANG, Y.; XIAO, Y.; LI, D.; JIN, K.; BIDOCHKA, M.J.; PEI, Y. **Increase in insect virulence in *Beauveria bassiana* strain overexpressing an engineered chitinase.** Applied Environmental Microbiology, v.73, p.295–302, 2007.

FARIA, M.R.; WRIGHT, S.P. **Mycoinsecticides and mycoacaricides: A comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types.** Biology Control, v.43, p.237-256, 2007.

FEIJÓ, F.M.C. et al. **Comportamento e aspectos citológicos de *Beauveria bassiana* após passagem em ovo, larva e adulto de *Chrysomya albiceps*.** Arquivos do Instituto Biológico, v.74, p.349-355, 2007.

GARCIA, M.O. **Utilização de fungos entomopatogênicos para o controle de *Orthezia praelonga* (Sternorrhyncha: Ortheziidae).** 70f. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

GARCIA, R.S.M.; CARVALHO, R.S.; DOS SANTOS, L.H. **Controle biológico da broca da haste da mandioca *Sternocoelus* spp. por meio do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*.** Cadernos de Agroecologia, v.8, n.2, 2013.

GUIMARÃES, A.G.L.P. et al. **Produção de conídios e enzimas hidrolíticas por *Beauveria Bassiana* (Bals) vuillemin (Deuteromycotina: Hyphomycetes) em diferentes substratos.** 2016. 117f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal da Paraíba, 2016.

IMOULAN, A. et al. ***Beauveria medogensis* sp. nov., a new fungus of the entomopathogenic genus from China.** Journal of invertebrate pathology, v.139, p.74-81, 2016.

IMOULAN, A. et al. **Entomopathogenic fungus *Beauveria*: Host specificity, ecology and significance of morpho-molecular characterization in accurate taxonomic classification.** Journal of Asia-Pacific Entomology, v.20, n.4, p.1204-1212, 2017.

JACKSON, M.A.; CLIQUET, S.; ITEN, L.B. **Media and fermentation processes for the rapid production of high concentrations of stable blastospores of the bioinsecticidal fungus *Paecilomyces fumosoroseus*.** Biocontrol Sci. Technol, v.13, p.23–33, 2003.

JENKINS, N.; GRZYWACS, D. **Quality control of fungal and viral biocontrol agents- Assurance of product performance,** Biocontrol Science and Technology, v.10, p.753-777, 2000.

JOSHI, L.; ST LEGER, R.J.; BIDOCHKA, M.J. **Cloning of a cuticle-degrading protease from the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana*.** FEMS Microbiology Letters, v.125, p.211–217, 1995.

KLEESPIES, R.G.; ZIMMERMANN, G. **Production of blastospores by three strains of *Metarhizium anisopliae* (Metch.) sorokin in submerged culture.** Biocontrol Science and Technology, v.2, n.2, p.127–135, 1992.

KIRKLAND, B.H.; EISA, A.; KEYHANI, N. O. **Oxalic acid as a fungal acaricidal virulence factor.** Journal of Medical Entomology. v.42, p.346–351, 2005.

LI, Z. et al. **Biological control of insects in Brazil and China: history, current programs and reasons for**

their successes using entomopathogenic fungi. *Biocontrol Sci. Technol.*, v.20, p.117-136, 2010.

LUZ, C.; FARGUES, J. **Factors affecting conidial production of *Beauveria bassiana* from fungus-killed cadavers of *Rhodnius prolixus***. *Journal of Invertebrate Pathology*, v.72, p.97-103, 1998.

MALLEBRERA, B. et al. **Mechanisms of beauvericin toxicity and antioxidant cellular defense**. *Toxicology letters*, v.246, p.28-34, 2016.

MASCARIN, G. M.; JARONSKI, S. T. **The production and uses of *Beauveria bassiana* as a microbial insecticide**. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v.32, n.11, p.177, 2016.

MÉNDEZ-GONZÁLEZ, F. et al. Bioreactors for the production of biological control agents produced by solid-state fermentation. In: PANDEY, A.; LARROCHE, C.; SOCCOL, C. R. **Current Developments in Biotechnology and Bioengineering. Current Advances in Solid-State Fermentation**. Vol. 7. New Dehli: Elsevier. p.109-121, 2018.

MERGULHÃO, A. C. E. S. et al. **Caracterização filogenética de isolados de *Beauveria bassiana* originados de diferentes insetos hospedeiros**. *Pesquisa Agropecuária Pernambucana*, v.19, n.1, p.53-57, 2014.

Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento (AGROFIT). **Exterminador Bio**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons/>. Acesso em 10 jan. 2019.

OLIVEIRA, M.A. P. de et al. **Efeito de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. sobre características biológicas de *Diatraea saccharalis* F. (Lepidoptera: Crambidae)**. *Acta Scientiarum, Biol. Sci.*, v.30, p.219-224, 2008.

OTTATI-DE-LIMA, E. L. **Produção de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. em diferentes substratos e efeito da radiação ultravioleta e da temperatura sobre estruturas infectivas desses entomopatógenos**. 92p. 2007. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) –Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu. 2007.

PHAM, T.A. et al. **Production of blastospore of entomopathogenic *Beauveria bassiana* in a submerged batch culture**. *Mycobiology*, v.37, p.218-224, 2009.

QUESADA-MORAGA, E.; VEY, A. **Bassiacridin, a protein toxic for locusts secreted by the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana***. *Mycological Research*, v.108, p.441–452, 2004.

RAGAVENDRAN, C.; DUBEY, N. K.; NATARAJAN, D. ***Beauveria bassiana* (Clavicipitaceae): a potent fungal agent for controlling mosquito vectors of *Anopheles stephensi*, *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae)**. *RSC Advances*, v.7, n.7, p.3838-3851, 2017.

REHNER, S.A.; BUCKLEY, E.A. ***Beauveria* phylogeny inferred from nuclear ITS and EF1- α sequences: evidence for cryptic diversification and links to *Cordyceps* teleomorphs**. *Mycologia*, v.97, n.1, p.84-98, 2005.

ROMBACH, M.C. **Production of *Beauveria bassiana* [Deuteromycotina: Hyphomycetes] sympoduloconidia in submerged culture**. *Entomophaga*, v.34, p.45-52, 1989.

SANTA, H.S.D. et al. **Controle biológico em pragas de *Ilex paraguariensis* (A. St.-Hil.) com fungo *Beauveria* sp.** *Floresta*, v.39, n.1, p.67-76, 2009.

SANTORO, P.H. et al. **Produção de esporos de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. num processo bifásico utilizando diferentes meios líquidos**. *Semina: Ciências Agrárias*, v.26, n.3, p.313-319, 2005.

SOUZA, E.J. et al. **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, n.1, p.163-169, 2009.

STRASSER, H.; VEY, A.; BUTT, T.M. **Are there any risks in using entomopathogenic fungi for pest control, with particular reference to the bioactive metabolites of *Metarhizium*, *Tolypocladium* and *Beauveria* species?** Biocontrol Science and Technology, v.10, n.6, p.717-735, 2000.

SWANSON, D. **Economic feasibility of two technologies for production of mycopesticides in Madagascar.** Memoirs of the Entomological Society of Canada, v.119, p.567-572, 1997.

TAKAHASHI, S. et al. **Pyridovericin and pyridomacrolidin: novel metabolites from entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana*.** The Journal of antibiotics, v.51, n.6, p.596-598, 1998.

UHRY, K.F. **Aspectos do controle biológico de pragas no Brasil por meio de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.** 2007. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, 2007.

VALENCIA, J.W.A. **Metabólitos de origem fúngica: aplicações potenciais em processos biotecnológicos.** 2011. 111 f. Tese (Doutorado em Biologia molecular) – Universidade de Brasília, 2011.

VU, V.H.; HONG, S.I.; KIM, K. **Production of aerialconidia of *Lecanicillium lecanii* 41185 by solid state fermentation for use as mycoinsecticides.** Mycobiology, v.36, p.183-189, 2008.

WANCHOO, A.; LEWIS, M.W.; KEYHANI, N.O. **Lactin-mapping reveals stage-specific display of surface carbohydrates in in vitro and hemolymph-derived cells of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*.** Microbiology, v.155, p.3121–3133, 2009.

ZAMBIAZZI, E.V. et al. **Patogenicidade de *Beauveria bassiana* no controle in vitro da lagarta-da-espiga do milho (*Helicoverpa zea*).** Revista de Ciências Agrárias, v.39, n.1, p.89-94, 2016.

TESTE DE RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA *in vitro* DE *Staphylococcus aureus* ISOLADOS NO LEITE DE CABRAS COM MASTITE

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 05/05/2020

Layana Mary Frota Menezes

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Ceará
Sobral-CE

<http://lattes.cnpq.br/2339533639577467>

ID Lattes: 2339533639577467

Fabíola Fonseca Ângelo

Universidade Federal de Juiz de Fora
Juiz de Fora- MG

<http://lattes.cnpq.br/6860318043034385>

ID Lattes: 6860318043034385

Jefferson Filgueira Alcindo

Instituto Agrônômico de Pernambuco
Sertânia-PE

<http://lattes.cnpq.br/0068486150074919>

ID Lattes: 0068486150074919

Daniele Maria Alves Teixeira Sá

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Ceará
Sobral-CE

<http://lattes.cnpq.br/3394139792900445>

ID Lattes: 3394139792900445

Viviane de Souza

Embrapa Caprinos e Ovinos
Sobral-CE

<http://lattes.cnpq.br/9577974927346582>

ID Lattes: 9577974927346582

RESUMO: A mastite é uma das doenças mais comuns em propriedades leiteiras causando prejuízos, principalmente pela redução na produção de leite decorrente da invasão do agente infeccioso no epitélio secretor da glândula mamária. O uso de antibióticos adequados é uma importante ferramenta para o tratamento da enfermidade, sendo que deverão ser empregados de forma criteriosa, uma vez que a resistência bacteriana aos fármacos é a principal causa de falha de terapias. O presente estudo teve como objetivo avaliar o perfil de sensibilidade antimicrobiana *in vitro* de cepas de *Staphylococcus aureus* isolados de amostras de leite de cabras, obtidas a partir de casos de mastite subclínica de um rebanho do Estado de Minas Gerais e São Paulo. Verificou-se que a penicilina foi o antimicrobiano que as cepas de *S. aureus* apresentaram maior resistência em ambos os estados, apresentando 55,56% e 83,33% de resistência nas cepas de Minas Gerais e São Paulo, respectivamente. Os antibióticos ampicilina e rifampicina por sua vez, apresentaram 44,44% de resistência nas cepas de Minas Gerais e 83,33% nas cepas de São Paulo, respectivamente. O perfil de resistência à penicilina, seguido da ampicilina em Minas Gerais, e rifampicina em São Paulo foram predominantes, o que demonstra ineficácia desses antibióticos no tratamento da mastite nesses rebanhos.

ANTIMICROBIAL RESISTANCE OF *Staphylococcus aureus* ISOLATED FROM SUBCLINICAL MASTITIS CASES IN GOATS

ABSTRACT: Caprine mastitis is one of the most common diseases in dairy herds, causing damage mainly due to the decrease in milk production after the invasion of the infectious agent in the secretory epithelium of the mammary gland. The use of proper antibiotics is an important tool for the treatment of the disease. However, they should be used judiciously, since the main cause of failure in therapy is bacterial resistance to the drug. The present study aimed to evaluate the in vitro antimicrobial sensitivity profile of strains of *Staphylococcus aureus* isolated from goat milk samples, obtained from cases of subclinical mastitis in a herd in the State of Minas Gerais and São Paulo. It was found that Penicillin was the antimicrobial that strains of *S. aureus* presented greater resistance in both states, presenting 55.56% and 83.33% resistance in the strains of Minas Gerais and São Paulo, respectively. The antibiotics Ampicillin and Rifampicin, in turn, showed 44.44% resistance in strains from Minas Gerais and 83.33% in strains from São Paulo, respectively. The profile of resistance to penicillin, followed by ampicillin in Minas Gerais, and rifampicin in São Paulo were predominant, which demonstrates the ineffectiveness of these antibiotics available in the treatment of mastitis in these herds.

KEYWORDS: antibiotic, treatment, public health

1 | INTRODUÇÃO

A caprinocultura é uma importante atividade no cenário do agronegócio brasileiro. O leite de cabra tem grande destaque na dieta humana devido aos benefícios que proporciona à saúde. Assim, como o leite das demais espécies, é um dos alimentos mais completos da natureza, considerando sua composição diversificada de nutrientes e por conter elementos essenciais ao organismo humano, sendo, portanto, um alimento de alto valor biológico. É uma mistura homogênea constituída, principalmente, por água, proteínas, gorduras, carboidratos, vitaminas e sais minerais. Mesmo apresentando composição básica entre as espécies, diferenças significativas, podem ocorrer nas concentrações desses constituintes devido a fatores, como alimentação, raça, estágio de lactação e infecções na glândula mamária, como a mastite, considerada uma das principais enfermidades na caprinocultura leiteira (CLAEYS ET AL., 2014).

A mastite é caracterizada como uma enfermidade que atinge a glândula mamária, provocando alterações quantitativas e qualitativas, principalmente no aumento do número de Células Somáticas (BAGGIO; MONTANHINI, 2017). Essas alterações contribuem para a diminuição na qualidade dos produtos lácteos, além de impactar na saúde pública, pois o leite pode veicular inúmeros micro-organismos capazes de ocasionar infecções e toxiinfecções alimentares (SILVA; SILVA; BETT, 2017).

A administração de antibióticos é amplamente utilizada para tratar animais com mastite, sendo muitas vezes administradas de forma indiscriminada, sem a prescrição de um médico veterinário. Um dos grandes problemas no tratamento com antibióticos está no uso excessivo dessas drogas e como consequência a resistência a drogas antibacterianas, a qual resulta na seleção de bactérias inerentemente resistentes, tornando-as predominantes e com capacidade de repassar seu material genético para células suscetíveis (QUINN et al., 2005).

O êxito na terapia das mastites vem sendo prejudicado pelo crescente número de cepas resistentes aos antimicrobianos utilizados inadequadamente e indiscriminadamente. Os testes de sensibilidade são indicados para identificar qualquer organismo responsável por um processo infeccioso que exija terapia antimicrobiana, quando é impossível prever a sensibilidade desse organismo, mesmo conhecendo a sua identificação, e quando se acredita que o organismo causador pertença a uma espécie capaz de apresentar resistência aos agentes antimicrobianos normalmente usados (CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE, 2017).

O presente estudo teve como objetivo isolar e caracterizar os principais micro-organismos envolvidos na etiologia da mastite subclínica caprina, e determinar os padrões de sensibilidade antimicrobiana de *Staphylococcus aureus*, em amostras de leite obtidas em rebanhos de Minas Gerais e São Paulo.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção das amostras de leite

No período de outubro de 2015 de 2017 a novembro de 2018, foram obtidas 392 amostras de leite de metades mamárias, de um total de 97 animais pertencentes, às regiões de São Paulo-SP (n=180) e Minas Gerais-MG (n=212), respectivamente.

As características macroscópicas de coloração do leite, consistência, assim como a presença de sangue, grumos ou pus foram avaliadas eliminando-se os três primeiros jatos na caneca telada, para detecção de mastite clínica. Os animais que foram diagnosticados com mastite clínica foram tratados e não fizeram parte do experimento. Antes da coleta das amostras, todos os animais foram submetidos aos procedimentos básicos de boas práticas de higiene: antissepsia dos tetos antes da ordenha, utilizando-se uma solução antisséptica de iodo a 0,5%; secagem de cada teto com papel toalha absorvente; antissepsia dos tetos após a ordenha, utilizando-se uma solução antisséptica de iodo a 0,5% glicerinado.

Foram colhidas amostras de cada metade mamária das fêmeas (amostras individuais) de acordo com os procedimentos recomendados pelo National Mastitis Council (OLIVER et al., 2004), em tubos falcon esterilizados, contendo 2 mL a 5 mL de leite, para identificação bacteriana. Após as coletas, as amostras foram identificadas e acondicionadas em caixa de material isotérmico, contendo gelo reciclável e enviadas ao Laboratório de Microbiologia

da Embrapa Caprinos e Ovinos, para isolamento.

2.2 Isolamento e identificação das estirpes de *Staphylococcus* spp.

Para o isolamento e identificação das cepas de *Staphylococcus* spp. foi inoculado 0,01 mL de cada amostra de leite provenientes das metades mamárias das fêmeas, com auxílio de uma alça bacteriológica, e estriado diretamente em placas de petri, contendo ágar-sangue, preparado com 5% de sangue desfibrinado de carneiro, e incubadas a 37 °C por 24 a 48 horas.

Posteriormente, foram levadas em consideração a morfologia e o número de colônias dos micro-organismos isolados e interpretados segundo critérios propostos por Cole Junior (1990) e Quinn et al. (2005) (Figura 1).

A seguir, com auxílio de uma alça bacteriológica 3 a 5 colônias foram inoculadas em tubos com ágar nutriente inclinado e incubadas a 37°C por 24 horas. Após, foram preparados esfregaços corados pelo método de Gram e as culturas apresentadas em forma de cocos Gram-positivos e agrupados sob a forma de cachos de uva foram submetidas às provas de catalase, da coagulase livre e de produção de acetoina (VP) (MacFADDIN, 1976).



Figura 1. Colônias sugestivas de *Staphylococcus* spp.

2.3 Teste de sensibilidade antimicrobiana

As cepas confirmadas como *S. aureus* foram submetidas aos testes de sensibilidade *in vitro* a partir da técnica de difusão em disco (BAUER et al., 1966), em placas de ágar Mueller-Hinton, de acordo com as normas do National Committee For Clinical Laboratory Standards (2017).

Foram testados os antimicrobianos: Azitromicina (AZI 15); Cefoxitina (CFO 30); Ciprofloxacina (CIP 05); Clindamicina (CLI 02); Cloranfenicol (CLO 30); Eritromicina (ERI 15); Gentamicina (GEN 10); Linezolida (LNZ 30); Penicilina G (PEN 10); Rifampicina (RIF 05), Tetraciclina (TET 30) (Polisensidisc DME Gram Positivo) (Figura 3).



Figura 2. Halos de inibição formados após o período de incubação

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 392 amostras de leite analisadas foram isolados e confirmados bioquimicamente 143 (%) micro-organismos, sendo 6,3 (%) e 8,2 (%) cepas de *S. aureus*, dos rebanhos de Minas Gerais e São Paulo, respectivamente (Tabelas 1 e 2).

As tabelas 1 e 2 mostram que a penicilina foi o antimicrobiano que as cepas de *S. aureus* apresentaram maior resistência em ambos os estados, apresentando 55,56% de resistência nas cepas de MG e 83,33% nas cepas de SP, seguido por ampicilina (44,44%) em MG e rifampicina (83,33%) em SP.

Antibióticos	Sensível	(%)	Resistente	(%)	Intermediário	(%)
Ampicilina	05/09	55,56	04/09	44,44	0/09	0
Azitromicina	08/09	88,89	00/09	0	01/09	11,11
Ciprofloxacina	05/09	55,56	01/09	11,11	03/09	33,33
Clindamicina	04/09	44,45	02/09	22,22	03/09	33,33
Cloranfenicol	09/09	100	0/09	0	0/09	0
Eritromicina	02/09	22,22	01/09	11,11	06/09	66,67
Gentamicina	08/09	88,89	01/09	11,11	0/09	0
Cefoxitina	07/09	77,78	02/09	22,22	0/09	0
Linezolida	07/09	77,78	02/09	22,22	0/09	0
Penicilina G	04/09	44,45	05/09	55,56	0/09	0
Rifampicina	06/09	66,67	02/09	22,22	01/09	11,11
Tetraciclina	07/09	77,78	01/09	11,11	01/09	11,11
Sulfazotrim	08/09	88,89	01/09	11,11	0/09	0

Tabela 1. Perfil de sensibilidade *Staphylococcus aureus* isolados de amostras de leite caprino a partir de casos de mastite subclínica em Minas Gerais.

Antibióticos	Sensível	(%)	Resistente	(%)	Intermediário	(%)
Ampicilina	03/6	50	03/6	50	0/6	0
Azitromicina	04/6	66,66	02/6	33,34	0/6	0
Ciprofloxacina	01/6	16,67	04/6	66,66	01/6	16,67
Clindamicina	0/6	0	04/6	66,66	02/6	33,34
Cloranfenicol	04/6	66,66	0/6	0	02/6	33,34
Eritromicina	0/6	0	03/6	50	03/6	50
Gentamicina	02/6	33,34	04/6	66,66	0/6	0
Cefoxitina	02/6	33,34	04/6	66,66	0/6	0
Linezolida	02/6	33,34	04/6	66,66	0/6	0
Penicilina G	01/6	16,67	05/6	83,33	0/6	0
Rifampicina	01/6	16,67	05/6	83,33	0/6	0
Tetraciclina	03/6	50	02/6	33,34	01/6	16,67
Sulfazotrim	04/6	66,66	02/6	33,34	01/6	16,67

Tabela 2. Perfil de sensibilidade *Staphylococcus aureus* isolados de amostras de leite caprino a partir de casos de mastite subclínica em São Paulo.

Resultados semelhantes aos obtidos no presente estudo foram verificados por Castro et al. (2017) em estudo conduzido no estado de Minas Gerais, ao pesquisarem a sensibilidade antimicrobiana de 101 cepas de *S. aureus* isolados em amostras de leite de cabras com mastite subclínica, os quais apresentaram maior índice de resistência antimicrobiana aos antibióticos penicilina (73%), ampicilina (52,4%) e oxacilina (52,4%).

Salaberry et al. (2016) encontraram resistência de cepas de *S. aureus* isolados em amostras de leite de cabras com mastite subclínica, em São Paulo-SP, semelhantes ao presente estudo, sendo a maior resistência verificada para penicilina (81,8%), oxacilina (60,0%) e ampicilina (55,5%).

A resistência verificada no presente trabalho frente à penicilina, ampicilina e rifampicina em ambos estados, pode estar associada ao uso indiscriminado ou inadequado dos medicamentos, que acarreta índices elevados de resistência. A ausência de antibióticos intramamários para cabras faz com que muitas vezes opte-se pelo uso de antibióticos intramusculares de amplo espectro ou de antimastíticos idealizados para a espécie bovina, os quais possuem formulação para atuação em glândulas de dimensões superiores quando comparada com a glândula mamária caprina. Porém, a utilização dessas drogas proporciona um alto risco porque a segurança e eficácia destes produtos em cada espécie são desconhecidos (MAVROGIANNI et al., 2004).

4 | CONCLUSÃO

O perfil de resistência à penicilina, seguido da ampicilina em Minas Gerais, e rifampicina em São Paulo foram predominantes, o que demonstra ineficácia desses

antibióticos disponíveis no tratamento da mastite nesses rebanhos. Sendo assim, é recomendado que os padrões de sensibilidade antimicrobiana dos patógenos isolados nos casos de mastites, sempre que possível, sejam determinados, para auxiliar aos médicos veterinários e proprietários na tomada de decisões e para a escolha do antimicrobiano ideal e específico e para cada caso.

REFERÊNCIAS

- BAGGIO, A. P.; MONTANHINI, M. T. M. Qualidade de leite cru produzido na região do Norte Pioneiro do Paraná. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 11, n. 2, p. 184-189, 2017.
- BAUER, A. W.; KIRBY, W. M. M.; SHERRIS, J. C.; TURCK, M. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disc method. **American Journal of Clinical Pathology**, v. 45, n.4, p. 493-496, 1966.
- CASTRO, L. K.; LIMA, M. C.; PIFANO, N.K.; GUIMARÃES, S. H. S.; COSTA, S. L.; MOREIRA, M. A. S. Perfil antimicrobiano de *Staphylococcus aureus* obtidos de mastite caprina. **Revista Científica Univiçosa** . v. 9, n. 1, p.481-482, 2017.
- CLAEYS, W. L.; VERRAES, C.; CARDOEN, S.; DE BLOC, J.; UYGHEBAERT, A.; RAES, K.; DEWETTINCK, K.; HERMAN, L. Consumption of raw or heated milk from different species: An evaluation of the nutritional and potential health benefits. *Food Control*, v. 42, p. 188-201, 2014. DOI: doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.01.045
- CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE (CLSI). **Performance standards for antimicrobial susceptibility testing**; Table: 2C. 27th ed. Wayne, PA: CLSI, 2017. (CLSI supplement M100).
- COLE JUNIOR, J. R. *Micrococcus and Staphylococcus*. In: CARTER, G. R.; COLE JUNIOR, J. R. (Ed.). **Diagnostic procedures in veterinary bacteriology and mycology**. 5th ed. San Diego: Academic Press, 1990. p. 201-209.
- Mac FADDIN, J. F. *Biochemical tests for identification of medical bacteria*. Baltimore: The Williams & Wilkins, 1976. 312p.
- MAVROGIANNI, V.S.; ALEXOPOULOS, C. E.; FTHENAKIS, G.C. Field evaluation of flunixin meglumine in the supportive treatment of caprine mastitis. **Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics**, v.27, n.5, p. 373-375, 2004.
- OLIVER, S. P.; GONZÁLEZ, R.N; HOGAN, J.S.; JAYARAO, B.M.; OWENS, W.E. **Microbiological Procedures for the diagnostics of Bovine udder infection and determination of milk quality**. 4th ed. Verona: The National Mastitis Council, 2004. 47 p.
- QUINN, P. J.; MARKEY, B. K.; CARTER, M. E.; DONNELLY, W. J.; LEONARD, F. C. **Microbiologia veterinária e doenças infecciosas**. Porto Alegre: Artmed, 2005. 512 p.
- SALABERRY, S. R. S.; SAIDENBERG, A.B.S.; ZUNIGA, E.; GONSALES, F.F.; MELVILLE, P.A.; BENITES, N. R. Análise microbiológica e perfil de sensibilidade do *Staphylococcus* spp. em mastite subclínica de caprinos leiteiros. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 2, p. 336-244, 2016.
- SILVA, A. C.; SILVA, F. F.; BETT, V. A prevalência de mastites em vacas leiteiras do município de Carlinda (MT), no ano de 2016. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária E Zootecnia (PUBVET)**. v.11, n.8, p.761-766, 2017.

UTILIZAÇÃO DE SOFTWARE DE PROGRAMAÇÃO ESTATÍSTICA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE *Acmella oleracea* (L.) R. K. JANSEN EM DIFERENTES TIPOS DE SUBSTRATOS

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 02/04/2020

Thalisson Johann Michelin de Oliveira

Graduando em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/0584202669056603>

Maicon Silva Farias

Mestre em Gestão Ambiental pela Universidade Federal do Pará
Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/1585055628227363>

André Wender Azevedo Ribeiro

Graduando em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/0133054443918979>

Pâmela Emanuelle Sousa e Silva

Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/1549133850515385>

Antônio Vinicius Corrêa Barbosa

Doutor em Geofísica pela Universidade Federal do Pará
Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/2429645188250592>

Adrielle Laena Ferreira de Moraes

Graduanda em Agronomia pela Universidade

Federal Rural da Amazônia

Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/9224187107809468>

Eduarda Cavalcante Silva

Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/9931927853862774>

Elaine Patrícia Zandonadi Haber

Pós-graduanda em Gestão de Recursos pela Universidade Federal do Pará
Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/1441048367692032>

Jamil Amorim de Oliveira Junior

Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual do Pará
Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/1019198074953065>

Luis Fernando Souza Ribeiro

Graduando em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/7661801919291145>

Maria Eduarda da Conceição Lourinho

Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/4441423867757633>

Maria Luiza Brito Brito

Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia

RESUMO: Este estudo tem como objetivo avaliar a emergência radicular e o desenvolvimento de plântulas do Jambu da Amazônia (*A. oleracea*) em diferentes tipos de substratos. O jambu é uma planta regional presente na culinária do Estado do Pará, sua peculiaridade é devido a dormência proporcionada quando ingerido, e com isso passou a ser utilizado em diversas receitas em diferentes pratos de restaurantes. O experimento ocorreu na casa de vegetação de botânica, a coleta dos substratos foi feita no horto medicinal da universidade, foram coletados 5 tipos de substratos: vermiculita, cama de aviário, composto orgânico, caroço de açaí e casca de castanha. O plantio das sementes foi feito com o acondicionamento em caixas gerbox com 50 sementes em cada no delineamento experimental de blocos ao acaso. Para seguir os princípios básicos da estatística o experimento possui 5 tratamentos, e cada tratamento possuiu 4 repetições, totalizando ao todo 1000 sementes. Após o período de acompanhamento do experimento, os dados gerados em campo foram submetidos a Analysis of Variance e Test Post-Hoc, ambos a 5% de significância. Esses dados foram trabalhados no R-Studio para a elaboração de tabelas e gráficos. Foi observado que as médias do quantitativo de emergência (EMERG) e índice de velocidade (IVE) são estatisticamente iguais, portanto, não foi preciso fazer o Teste de Post-Hoc. Quando comparados as médias de comprimento de órgãos aéreos (COA) e comprimento total (CT), temos que os tratamentos possuem diferença nos resultados. Na análise em blocos, as variáveis não apresentaram diferença significativa a 5% de probabilidade pelo Teste F. Quando analisado os tratamentos, a variável da porcentagem e índice da velocidade de emergência também não apresentaram diferenças estatísticas, já o comprimento do órgão aéreo e o comprimento total foram significativos a 1% de probabilidade, com o p-valor de 0,00172 e 0,00148, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Jambu da Amazônia, ANOVA, Blocos ao acaso, R-Studio.

USE OF STATISTICAL PROGRAMMING SOFTWARE IN SEED GERMINATION AND DEVELOPMENT OF *Acmella oleracea* (L.) R. K. JANSEN SEEDLINGS IN DIFFERENT TYPES OF SUBSTRATES

ABSTRACT: This study aims to evaluate root emergence and seedling development of Jambu da Amazônia (*A. oleracea*) in different types of substrates. The jambu is a regional plant present in the cuisine of the State of Pará, its peculiarity is due to the numbness provided when ingested, and with that it started to be used in several recipes in different restaurant dishes. The experiment took place in the botanical greenhouse, the substrates were collected in the university's vegetable garden, 5 types of substrates were collected: vermiculite, poultry litter, organic compost, açaí stone and chestnut shell. The planting of the seeds was carried

out in gerbox boxes with 50 seeds each in the randomized block design. To follow the basic principles of statistics, the experiment has 5 treatments, and each treatment had 4 repetitions, totaling a total of 1000 seeds. After the follow-up period of the experiment, the data generated in the field were submitted to Analysis of Variance and Test Post-Hoc, both at 5% significance. These data were worked on in R-Studio for the preparation of tables and graphs. It was observed that the averages of the emergency quantity (EMERG) and speed index (IVE) are statistically equal, therefore, it was not necessary to do the Post-Hoc Test. When comparing the averages of aerial organ length (COA) and total length (CT), we have that the treatments have a difference in the results. In the block analysis, the variables did not show a significant difference at 5% probability by Test F. When analyzing the treatments, the percentage variable and the emergency speed index also did not show statistical differences, since the length of the air organ and the length total were significant at 1% probability, with a p-value of 0,00172 and 0,00148, respectively.

KEYWORDS: Amazonian Jambu, ANOVA, random blocks, R-Studio.

1 | INTRODUÇÃO

A agricultura orgânica está cada vez mais reconhecida como uma prática de plantio que busca estratégias da agroecologia, com a busca de insumos locais, propiciando um aumento no valor agregado do produto e desenvolvendo uma cadeia de comercialização mais justa e ambientalmente correta (AQUINO *et al*, 2007).

O principal objetivo dos produtores é a redução do tempo de comercialização da muda, ou seja, a maior produtividade e crescimento em menor tempo com redução de custos. Entre os fatores que interferem no crescimento das plantas e a qualidade da muda, o substrato é apontado como de grande influência (CASAGRANDE *et al*, 1996).

Consoante Medeiros *et al* (2007), o uso de substratos orgânicos na germinação de sementes vem crescendo no Brasil, pois a horticultura orgânica passou a ter mais visibilidade com a prática sustentável para a produção de hortaliças, haja vista que esses insumos são menos agressivos ao ambiente, menos onerosos e faz com que o produtor familiar não fique dependente de insumos industriais, além de que, o próprio produtor pode produzir seu substrato, pois se encontram com muita facilidade no ambiente.

O Jambu da Amazônia (*Acmella oleracea*) é produzido por pequenos produtores na região metropolitana de Belém em especial nos municípios de Ananindeua, Santa Bárbara e Santo Antônio do Tauá. O uso do jambu é conhecido na gastronomia cultural paraense como o preparo do pato-no-tucupi e tacacá. Contudo, nas duas últimas décadas, o uso culinário passou para outros pratos, como uso do jambu no arroz (arroz paraense) e pizza de jambu (HOMMA *et al*, 2011).

Ela é uma planta herbácea de 20 a 30 cm de altura, com caule cilíndrico, carnoso, decumbente e ramificado. O jambu é natural da região amazônica, esta planta também

é conhecida como agrião-do-Pará, agrião-do-Norte, agrião-do-Brasil, abecedária e jambuassu (HOMMA *et al*, 2011). São plantas de clima quente e úmido, entre 25° a 35°C, de solos irrigados constantemente e com teor de matéria orgânica considerável (GUSMÃO *et al*, 2013).

Com um princípio ativo chamado de *spilanthol*, o jambu passou a ser utilizado na indústria cosmética na produção de cremes hidratantes para pele, uso também na indústria farmacêutica como um anestésico. Esses novos usos do jambu na culinária e outros setores, gerou uma demanda por este produto no mercado (HOMMA *et al*, 2011).

A espécie *A. oleracea* pertence à tribo Heliantheae, da sub-família Asteroideae e família Asteraceae (Compositae), da ordem Asterales, do sub-clado das Campanulids, clado Asterids e do super-clado das Superasterids, do grupo das Eudicotiledôneas, do grande grupo das Angiospermas que é pertencente ao Reino Plantae, conforme previsto no Angiosperm Phylogeny Group (APG) IV (CHASE *et al*, 2016).

Devido a esta demanda, os produtores necessitam de novas técnicas para melhorar a produtividade do jambu, sem que o mesmo perca a qualidade e a sua principal característica que é dormência causada na boca quando ingerido. Nesse sentido da busca de novas técnicas de produção, este presente estudo tem como objetivo avaliar a germinação, velocidade de germinação, comprimento da parte aérea e comprimento total de sementes e plântulas de jambu em diferentes tipos de substratos e ao final dos dados obtidos fazer testes estatísticos para analisar como as sementes responderam a tal condição. Economicamente este estudo poderá auxiliar os produtores na escolha de substratos de baixo custo e com maior produtividade para a preparação de mudas.

1.1 METODOLOGIA

O método da pesquisa foi um experimento que ocorreu na casa de vegetação de Fisiologia Vegetal e Botânica da Universidade Federal Rural da Amazônia - Campus Belém (figura 1).

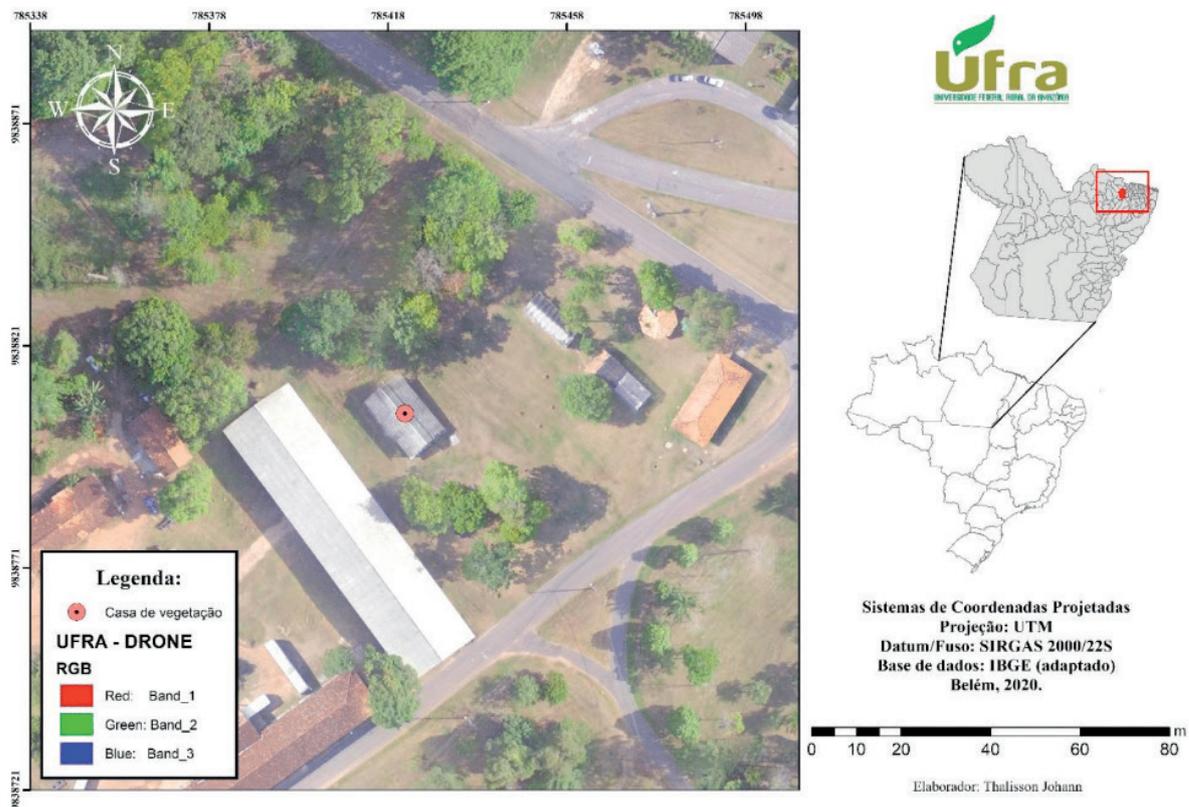


Figura 1: Mapa de localização da casa de vegetação

Fonte: Os autores, 2020

A elaboração deste estudo foi dividido nos seguintes passos: coleta dos substratos; limpeza da área para o experimento; plantio das sementes; acompanhamento do crescimento e análise dos dados. A coleta dos substratos foi feita no horto medicinal da universidade, foram coletados 5 tipos de substratos e com as seguintes denominações: cama de aviário (T1), caroço de açaí (T2), casca de castanha (T3), vermiculita para ser usada como a testemunha (T4) e composto orgânico (T5). Após a coleta foi feita a peneiração do material para um melhor aproveitamento.

A área do experimento foi selecionada a partir da disponibilidade de sombra para que a radiação solar não interfira na emergência das plântulas e crescimento da muda do jambu. E por se tratar de elaboração de plântulas o experimento precisa estar colocado sobre uma bancada, para que seja mais prático o seu monitoramento e análise. Para tanto foi utilizada uma bancada na embaixo de uma estrutura com uma cobertura para o experimento na casa de vegetação.

A etapa de plantio das sementes foi com o acondicionamento das mesmas em caixas gerbox (11cm x 11cm x 4cm). O recipiente foi preenchido com substrato juntamente 50 sementes, colocada na superfície do material, pelo fato das sementes de jambu serem muito pequenas, podendo causar dificuldades na emergência das plântulas.

Para seguir os princípios básicos da estatística, o experimento possui 4 blocos, e cada bloco teve 5 tipos de substratos, totalizando 20 parcelas, e cada parcela conteve 50 sementes de jambu, totalizando uma amostra de 1000 sementes.

Após esta etapa, foi realizado o acompanhamento do experimento, nesse momento da pesquisa os gerbox com as sementes foram visitados diariamente por um período de 10 dias, a partir do dia do plantio, para a irrigação e observação da germinação, pois assim foi possível calcular o índice de velocidade de emergência. Além dessa variável, também foi feita análise da germinação total, altura da parte aérea e altura total. Após o período de acompanhamento do experimento, os dados gerados no campo, foram analisados e tabulados, sendo submetidos a Analysis of Variance (ANOVA) e Test Post-Hoc (Tukey) a 5% de significância (Ministério da Agricultura, 2009).

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F _{calc.}
Blocos	r - 1	SQ ₁	SQ ₁ /GL _{bloco}	QM _{bloco} /QM _{erro}
Tratamentos	t - 1	SQ ₂	SQ ₂ /GL _{trat}	QM _{trat} /QM _{erro}
Resíduos	(r-1) . (t-1)	SQ ₃	SQ ₃ /GL _{erro}	
Total	(t . r) - 1	SQ _{total}	SQ _{total} /GL _{total}	

Tabela 1: Método da análise da variância utilizada no trabalho do *Acmella oleracea* com o delineamento em blocos ao acaso.

Fonte: Os autores, 2020.

Para distribuir normalmente os dados da porcentagem de germinação foi feita a transformação desses dados para arco seno $(x/100)^2$ e o índice de velocidade de emergência foi calculado através da divisão da quantidade de sementes germinadas pelo dia do experimento (sementes/dia) até chegar ao 10º dia de análise. Esses dados foram trabalhados no R-Studio (Version 1.2.1335) para a elaboração de tabelas e gráficos através dos pacotes “Agricolae” e “Coin”. Ademais, os gerbox foram acondicionados em um delineamento experimental de blocos ao acaso, com o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = m + t_i + b_j + e_{ij}$$

2 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 encontra-se o resumo da Análise de Variância (ANAVA) para a porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência de sementes Jambu da Amazônia, e comprimento dos órgãos aéreos e comprimento total para plântulas avaliadas em cama de aviário, caroço de açaí, casca de castanha, vermiculita e composto orgânico. De acordo com a análise de variância, não houve diferença significativa no percentual de germinação, os tratamentos não se diferenciaram. No comprimento aéreo e total, obteve-se uma diferença altamente significativa a 5% de probabilidade entre os tratamentos.

Fonte de Variação	GL	QM			
		EMERG	IVE	COA	CT
Blocos	3	82,85 _{ns}	8,60 _{ns}	0,1229 _{ns}	0,1238 _{ns}
Tratamentos	4	257,68 _{ns}	25,50 _{ns}	0,7347**	4,89**
Resíduos	12	122,81	11,26	0,0866	0,5561
Total	19	144,89	13,84	0,2287	1,4

Tabela 2: Resultado da análise de variância em blocos ao acaso para a porcentagem de emergência (EMERG), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento dos órgãos aéreos (COA) e comprimento total (CT) do Jambu da Amazônia, Belém (PA), 2020.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.
ns Não significativo pelo teste F.

Fonte: Os autores, 2020.

Fazendo um comparativo com os resultados obtidos no trabalho de Honório *et al* (2011) que também utilizou sementes de uma outra variedade de jambu (*Spilanthes oleracea*) para fazer sua análise estatística, constatou-se que o teste também não foi significativo avaliando a porcentagem de emergência e índice de velocidade.

Na tabela 3, analisa-se o teste de médias (cm) para as variáveis altamente significativas encontradas na análise de variância das plântulas de *A. oleracea*. Foi observado que as médias do quantitativo de emergência e IVE são estatisticamente iguais, portanto não foi preciso fazer o Teste de Post-Hoc. Quando comparados as médias de comprimento de órgãos aéreos (COA) e comprimento total (CT), temos que os tratamentos possuem diferença nos resultados.

Substratos	Médias (cm)	
	COA	CT
Cama de aviário	0,9150 ^{ab}	1,75 ^{ab}
Caroço de açaí	0,5127 ^{bc}	0,9024 ^b
Casca de castanha	0,1313 ^c	0,2000 ^b
Vermiculita (testemunha)	1,27 ^a	3,16 ^a
Composto orgânico	0,7580 ^{abc}	1,64 ^{ab}

Tabela 3: Resultado do Teste de Tukey (Post-Hoc) para o comprimento dos órgãos aéreos (COA) e comprimento total (CT) do Jambu da Amazônia em diferentes tipos de tratamentos, Belém (PA), 2020.

Letras iguais na coluna não diferem a 5% de significância.

Fonte: Os autores, 2020.

Vale ressaltar que neste estudo, somente as sementes submetidas no tratamento com vermiculita e cama de aviário tiveram plântulas inteiras. Com relação ao tamanho

da parte aérea produzida no trabalho de Honório *et al* (2011), a maior média foi para o tratamento Germitest (testemunha), resultado que está de total acordo obtido neste trabalho, pois foi a testemunha que apresentou a maior média.

Na variável COA e CT apesar da vermiculita apresentar a maior média que as demais numericamente, estatisticamente é igual à cama de aviário e composto orgânico, logo esses três tratamentos apresentam o mesmo desempenho. No estudo de Lima *et al* (2011) sobre a catingueira em diferentes substratos, a vermiculita teve um ótimo desempenho na germinação e no vigor, apesar de ser estatisticamente igual ao pó de coco na germinação.

O substrato composto orgânico apresentou valores intermediários aos demais, tanto no comprimento do órgão aéreo como no comprimento total, visto que o mesmo não apresentou diferença estatística a nenhum substrato, e consoante os estudos de Caldeira *et al* (2008), o qual utilizou o composto orgânico para a produção de *Schinus terebinthifolius* (Aroeira-vermelha), constatou que o composto orgânico fez as mudas terem uma maior produção de biomassa seca, porém igualou-se ao substrato padrão.

O tratamento cama de aviário no comprimento dos órgãos aéreos apresentou diferença estatística somente com a casca de castanha, e no comprimento total foi igual a todos os outros substratos juntamente com o composto orgânico. Ribeiro *et al* (2018) em seu estudo com diferentes proporções de cama de aviário (CA) nos substratos para mudas de acácia-negra, percebeu que ao utilizar 25% de CA e 75% de solo a qualidade das mudas foram bem superiores às demais proporções, apesar de apresentar a menor média para o restante das variáveis do autor.

A figura 2 apresenta o quantitativo diário de sementes germinadas que foram avaliadas ao longo do experimento, que foi feito através da somatória das repetições, e como pode-se observar a vermiculita (testemunha) foi a que mais se destacou com 85 sementes germinadas no último dia e os autores Neto *et al* (2006) que fizeram um estudo da germinabilidade de *Solanum paniculatum*, afirmam que além da difusão da sobrevivência da espécie, a germinabilidade serve para indicar a quebra de dormência, e com este trabalho pode-se indicar que a vermiculita é uma ótima via de quebra de dormência. Ademais, nenhum tratamento atingiu o máximo de sementes esperadas.

A casca de castanha apresentou uma germinabilidade muito baixa, apresentando somente 4 sementes com emergências radiculares. No trabalho de Silva *et al* (2012) que trabalhou o enraizamento de manjerição em substratos a doses de cinzas, a cinza de castanha a 10 mL foi o substrato que apresentou menor média no Teste Post-Hoc na variável de porcentagem de enraizamento e número de radículas.

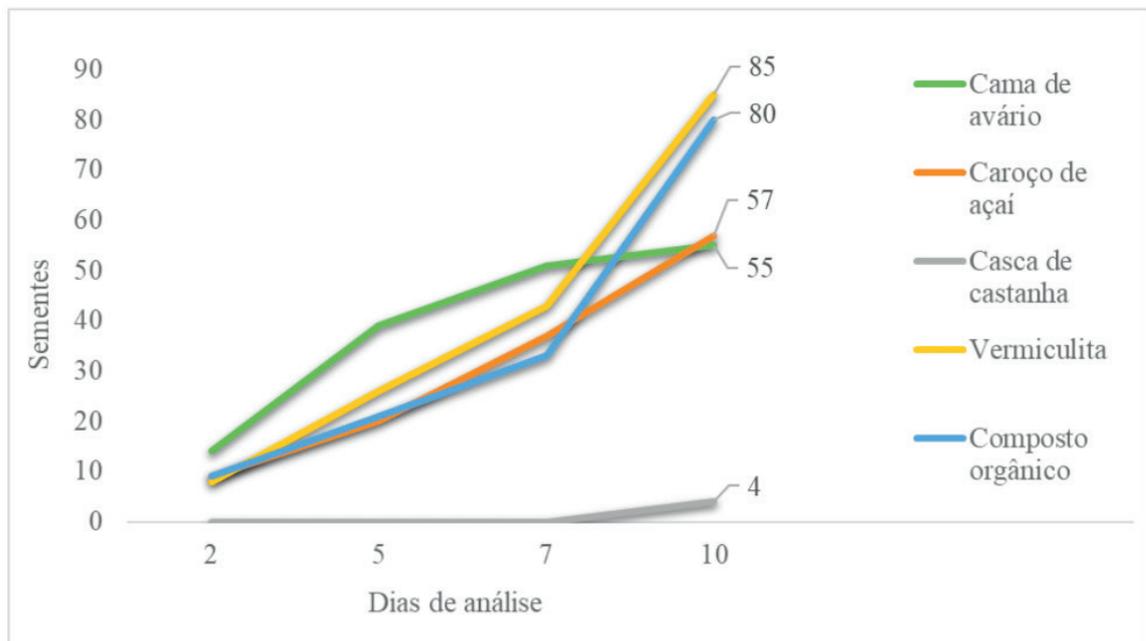


Figura 2: Germinação ao longo dos dias de análise da semente de *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen

Fonte: Os autores, 2020

Consoante Yamashita *et al* (2009), a germinabilidade das sementes dependem de fatores internos, externos e ambientais, sendo que esses fatores são responsáveis pela ativação do metabolismo da semente. E as sementes de jambu foram submetidas a irrigação constante e luminosidade indireta visto que o experimento foi realizado em uma casa de vegetação, uma ótima via conforme o autor para uma germinabilidade alta.

3 | CONCLUSÃO

Na análise em blocos, a porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência, comprimento do órgão aéreo e o comprimento total não apresentaram diferença significativa a 5% de probabilidade pelo Teste F.

Quando analisado os tratamentos, a variável da porcentagem e índice da velocidade de emergência também não apresentaram diferenças estatísticas, já o comprimento do órgão aéreo e o comprimento total foram significativos a 1% de probabilidade, com o p-valor de 0,00172 e 0,00148, respectivamente.

No Teste de Tukey a 5% de probabilidade, a vermiculita (testemunha) apresentou a maior média no comprimento dos órgãos aéreos e comprimento total com 1,27 e 3,16 centímetros, respectivamente. Entretanto, foi estatisticamente igual a cama de aviário e composto orgânico, em ambas variáveis.

REFERÊNCIAS

AQUINO, Adriana Maria de; ASSIS, R. Linhares. **Agricultura orgânica em áreas urbanas e periurbanas com base na agroecologia**. Ambiente & Sociedade. v. 10, n. 1, p. 137-150, 2007. Disponível em: <http://

www.scielo.br/pdf/asoc/v10n1/v10n1a09>. Acesso em: 31/07/2019.

CALDEIRA, Marcos Vinícius Winckler *et al.* **Composto orgânico na produção de mudas de amoreira-vermelha**. *Scientia Agraria*. v. 9, n. 1, p. 27-33, 2008. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/995/99516828005.pdf>>. Acesso em: 10/08/2019.

CASAGRANDE JÚNIOR, João G. *et al.* **Efeito de materiais orgânicos no crescimento de mudas de araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine)**. *Revista Brasileira de Agrociência*. Pelotas, v. 2, n. 3, p. 187-191, 1996. Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/177/173>>. Acesso em: 02/05/2019.

CHASE, Mark W. *et al.* **An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV**. *Botanical Journal of the Linnean Society*. p. 1-20, 2016. Disponível em: <<https://academic.oup.com/botlinnean/article/181/1/1/2416499>>. Acesso em: 02/05/2019.

GUSMÃO, Mônica Trindade Abreu de; GUSMÃO, Sérgio Antônio Lopes de. **Jambu da Amazônia *Acmella oleracea* [(L.) R. K. Jansen] - características gerais, cultivo convencional, orgânico e hidropônico**. 47 f. Universidade Federal Rural da Amazônia, Pará, 2013.

HOMMA, Alfredo Kingo Oyama *et al.* **Etnocultivo do jambu para o abastecimento da cidade de Belém, Estado do Pará**. In: *Amazônia: Ciência & Desenvolvimento*, Belém, PA, v. 6, n. 12, p. 125-141, jan./jun. 2011. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/56524/1/n12-etnocultivo-do-jambu-p.pdf>>. Acesso em: 02/05/2019.

HONÓRIO, Isabela Cristina Gomes *et al.* **Influência de diferentes substratos na germinação de jambu (*Spilanthes oleracea* L. – Asteraceae)**. *Biotemas*. v. 24, n. 2, p. 21-25, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/viewFile/2175-7925.2011v24n2p21/17816>>. Acesso em: 28/07/2019.

LIMA, Cosmo Rufino de *et al.* **Temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul.** *Revista Brasileira de Sementes*. v. 33, n. 2, p. 216-222, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v33n2/03.pdf>>. Acesso em: 07/08/2019.

MEDEIROS, Damiana Cleuma de *et al.* **Produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos**. *Hortic. bras.* v. 25, n. 3, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v25n3/a21v25n3>>. Acesso em: 18/08/2019.

Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf>. Acesso em: 01/08/2019.

NETO, Otávio Dias Santos *et al.* **Viabilidade e germinabilidade polínica de populações de jurubeba (*Solanum paniculatum* L.)**. *Revista de Ciências Agro-Ambientais. Alta Floresta*. v. 4, n. 1, p. 67-74, 2006. Disponível em: <http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol4/8_artigo_v4.pdf>. Acesso em: 19/08/2019.

RIBEIRO, Raquel Rossi *et al.* **Desenvolvimento e nutrição de mudas de acácia-negra (*Acacia mearnsii* de Wild. De Wild.) em substratos a base de cama de aviário**. *Revista de Ciências Agroveterinárias*. v. 17, n. 1, 2018. Disponível em: <<http://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/9018/pdf>>. Acesso em: 16/08/2019.

SILVA, I. M.; GUSMÃO, S. A. L. *et al.* **Enraizamento de manjeriço em diferentes substratos e doses de cinzas**. *Rev. Bras. Pl. Med. Botucatu*, v. 14, n. esp., p. 188-191, 2012. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/scholar?cites=2247764426523128855&as_sdt=2005&scioldt=0,5&hl=pt-BR>. Acesso em: 15/08/2019.

YAMASHITA, O. M. *et al.* **Fatores que afetam a germinação de sementes e emergência de plântulas de arruda (*Ruta graveolens* L.)**. *Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu*, v. 11, n. 2, p. 202-208, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbpm/v11n2/a15v11n2>>. Acesso em: 20/08/2019.

SOBRE OS ORGANIZADORES

RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS: Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco – UPE (2009), Mestre em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Piauí – UFPI (2012), com bolsa do CNPq. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba -UFPB (2016), com bolsa da CAPES. Atualmente é professora adjunta do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Fitotecnia, fisiologia das plantas cultivadas, propagação vegetal, manejo de culturas, nutrição mineral de plantas, adubação, atuando principalmente com fruticultura e floricultura. E-mail para contato: raissasalustriano@yahoo.com.br; raissa.matos@ufma.br; Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0720581765268326>

PAULA SARA TEIXEIRA DE OLIVEIRA: Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA) no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA). Atua na área de pesquisa de produção vegetal com foco em estudos de tecnologias para produção de mudas de frutíferas e plantas ornamentais. E-mail: paulasara1997@gmail.com; Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3559574180065279>

RAMÓN YURI FERREIRA PEREIRA: Graduando em Agronomia pelo Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Têm experiência na área de produção vegetal, com ênfase em fruticultura, produção de mudas, substratos alternativos, nutrição de plantas e propagação vegetativa. E-mail: ramonyuri00@outlook.com; Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0329684161084943>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acmella Oleracea 219, 220, 221, 224, 227, 228

Agricultura Familiar 42, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 102, 103, 104, 105, 106, 109, 111, 112, 113, 135

Agrohomeopatia 16, 23, 24

Amazônia 29, 31, 32, 33, 40, 102, 103, 104, 105, 106, 109, 111, 112, 113, 115, 125, 174, 219, 220, 221, 222, 224, 225, 228

Amêndoas 114, 117, 119, 120, 123

Análise de Alimento 96

ANOVA 130, 220, 221, 224

Antibiótico 135, 204, 205, 213

Antimicrobiano Natural 177, 183

Assistência 73, 149

B

Bactérias Acéticas 114, 115, 116, 118, 120, 121, 123

Baixo Tocantins 102, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 111, 112, 113

Biotecnologia 1, 2, 9, 10, 11, 125, 209

Blocos ao Acaso 220, 224, 225

C

Cálculo 43, 60, 154, 156, 157

Características de Interesse 1, 9, 15

Cinnamomum spp. 177

Climatização de Ambiente 53

Composição Bioquímica 137, 138, 139, 147

Comunidade Acadêmica 29, 30, 31, 32

Condições Sociais 84

Conscientização 29, 30, 34, 35, 39, 96

Cooperativismo 102, 103, 104, 106, 107, 111, 112

Cultura 3, 7, 9, 31, 34, 53, 55, 61, 62, 64, 67, 68, 73, 81, 84, 110, 118, 137, 138, 139, 140, 148, 166, 168, 172, 173, 201, 204

Cupuaçu 114, 115, 116, 117, 119, 120, 121, 123, 124, 125

D

Desenvolvimento Rural 70, 71, 73, 75, 76, 77, 105, 106, 111, 112, 113

Desinfecção de Tetos 127

E

Energia Solar 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 63, 67, 68

Equação Diferencial 154, 157, 159

Escarificação 78, 80, 81

Estufa 53, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 86, 118, 121

Eucalipto 3, 28, 69, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135

Extrativismo 103, 104, 110, 111

Extrudabilidade 84

F

Fermentação Líquida 197, 198, 205, 206

Formigas Cortadeiras 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28

Formulações 22, 83, 85, 88, 89, 196, 197, 198, 206, 207

G

Germinação de Sementes 79, 81, 219, 221, 228

H

Homeopatia 16, 22, 23, 24, 26, 27

I

Imagens Térmicas 190, 191, 192, 194

J

Jambu da Amazônia 220, 221, 224, 225, 228

L

Lei de Resfriamento de Newton 154, 158

Leite Cru 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 126, 127, 128, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 163, 218

Leite *in natura* 96, 101

Leveduras 114, 115, 116, 118, 120, 121, 122, 123, 125, 202

Linhaça 93, 94, 126, 127, 129, 131, 135

M

Manejo Ecológico 16, 18, 24

Mastite 99, 128, 134, 135, 136, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 212, 213, 214, 216, 217, 218

Melhoramento de Plantas 1

O

OGMs 1, 2

Organizações 71, 72, 74, 104

Origanum Vulgare L. 177, 179, 186

P

Phaseolus Vulgaris L. 28, 137, 138, 140, 147, 148, 150, 151

Piper Nigrum L. 177, 179

Políticas Públicas 70, 72, 73, 74, 75, 77, 109, 113

Política Territorial 71

População de Plantas 141, 165, 166, 167, 169, 170, 171, 172, 173, 174

Potencial Germinativo 78, 81

Práticas Agrícolas 16, 178

Práticas Sustentáveis 39

Produção 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 15, 16, 17, 18, 21, 23, 27, 30, 33, 34, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 61, 64, 66, 70, 73, 74, 75, 76, 81, 86, 88, 93, 94, 95, 96, 97, 101, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 120, 121, 123, 128, 135, 137, 138, 139, 140, 154, 160, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 172, 174, 179, 180, 190, 192, 195, 196, 197, 198, 201, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 212, 215, 221, 222, 226, 228, 229

Produção de Leite 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 95, 97, 190, 192, 212

Produção em Larga Escala 197

Q

Qualidade do Leite 95, 96, 99, 100, 101, 126, 127, 136

Quebra de Dormência 18, 78, 80, 81, 226

R

Região Nordeste do Brasil 41

Regressão 41, 42, 44, 45, 46, 49, 168, 169

Rendimento de Grãos 165, 166, 167, 168, 170, 171, 172

Resíduos Sólidos 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 39, 40

R-Studio 220, 221, 224

S

Saúde Pública 100, 111, 127, 176, 178, 181, 185, 208, 213

Segurança Alimentar 112, 166, 177, 202

Semente 78, 81, 116, 117, 119, 120, 123, 137, 141, 142, 144, 145, 147, 151, 227

Séries Temporais 41, 51

Software de Programação Estatística 219

T

Taxa de Crescimento 165, 168, 173, 174

Temperatura Ideal 139

Transformações Genéticas 1

Transgenia 1, 3, 8, 9

Tratamento 23, 31, 80, 81, 135, 180, 181, 182, 212, 213, 214, 218, 220, 225, 226

V

Vigna Unguiculata 165, 166, 174, 175

Vigor 138, 141, 142, 147, 149, 226

Visão Computacional 190

CIÊNCIAS AGRÁRIAS: CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS

2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2020

CIÊNCIAS AGRÁRIAS: CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS

2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2020