

Avanços Científicos e Tecnológicos nas Ciências Agrárias 3

Júlio César Ribeiro
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2020

Avanços Científicos e Tecnológicos nas Ciências Agrárias 3

Júlio César Ribeiro
(Organizador)



Atena
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena

Editora pelos autores.



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

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

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

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a 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 Alfnas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília

Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

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

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

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

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

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

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

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

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

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

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

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

A946 Avanços científicos e tecnológicos nas ciências agrárias 3
 [recurso eletrônico] / Organizador Júlio César Ribeiro.
 – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-434-4

DOI 10.22533/at.ed.344202409

1. Agricultura. 2. Ciências ambientais. 3. Pesquisa
 agrária – Brasil. I. Ribeiro, Júlio César.

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 obra “Avanços Científicos e Tecnológicos nas Ciências Agrárias” é composta pelos volumes 3, 4, 5 e 6, nos quais são abordados assuntos extremamente relevantes para as Ciências Agrárias.

Cada volume apresenta capítulos que foram organizados e ordenados de acordo com áreas predominantes contemplando temas voltados à produção agropecuária, processamento de alimentos, aplicação de tecnologia, e educação no campo.

Na primeira parte, são abordados estudos relacionados à qualidade do solo, germinação de sementes, controle de fitopatógenos, bem estar animal, entre outros assuntos.

Na segunda parte são apresentados trabalhos a cerca da produção de alimentos a partir de resíduos agroindustriais, e qualidade de produtos alimentícios após diferentes processamentos.

Na terceira parte são expostos estudos relacionados ao uso de diferentes tecnologias no meio agropecuário e agroindustrial.

Na quarta e última parte são contemplados trabalhos envolvendo o desenvolvimento rural sustentável, educação ambiental, cooperativismo, e produção agroecológica.

O organizador e a Atena Editora agradecem aos autores dos diversos capítulos por compartilhar seus estudos de qualidade e consistência, os quais viabilizaram a presente obra.

Por fim, desejamos uma leitura proveitosa e repleta de reflexões significativas que possam estimular e fortalecer novas pesquisas que contribuam com os avanços científicos e tecnológicos nas Ciências Agrárias.

Júlio César Ribeiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A AGRICULTURA NA BUSCA DA QUALIDADE AMBIENTAL E PRODUTIVA: UMA REVISÃO

Yara Karine de Lima Silva

DOI 10.22533/at.ed.3442024091

CAPÍTULO 2..... 10

PRODUÇÃO DE BIOMASSA E QUALIDADE DO SOLO EM CULTIVO DE MILHO SILAGEM COM DIFERENTES COBERTURAS HIBERNASIS

landeyara Nazaroff da Rosa

Pedro Henrique Bester Przybitowicz

Anderson Dal Molin Savicki

Alison Jose Ferreira Tamiozzo

Gerusa Massuquini Conceição

Leonir Terezinha Uhde

Jordana Schiavo

Tiago Silveira da Silva

Nathalia Dalla Corte Bernardi

DOI 10.22533/at.ed.3442024092

CAPÍTULO 3..... 24

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DO SOLO A PENETRAÇÃO SOB MATA NATIVA EM UM LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO NO ESTADO DO PIAUÍ

Paulo Henrique Dalto

Lucas da Rocha Franco

Hygor Martins Barreira

Cristovam Alves de Lima Júnior

DOI 10.22533/at.ed.3442024093

CAPÍTULO 4..... 33

MEIOS DE CULTURA ALTERNATIVOS NA PROPAGAÇÃO *IN VITRO* DE *Cattleya walkeriana*: ORQUÍDEA EM RISCO DE EXTINÇÃO

Michele Cagnin Vicente

João Sebastião de Paula Araujo

Tarcisio Rangel do Couto

Leandro Miranda de Almeida

João Paulo de Lima Aguilár

Fernanda Balbino Garcia dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.3442024094

CAPÍTULO 5..... 44

TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS EM SEMENTES DE *Amburana cearencis* (Allemão) A.C. Smith E DESENVOLVIMENTO DAS PLÂNTULAS EM SOLO DE CERRADO

Lucas da Rocha Franco

Fábio Oliveira Diniz

Paulo Henrique Dalto

DOI 10.22533/at.ed.3442024095

CAPÍTULO 6..... 55

POTENCIAL DE CONTROLE DA GERMINAÇÃO DE UREDINIOSPOROS DE *Hemileia Vastatrix* POR COMPOSTO A BASE DE CÁLCIO E MAGNÉSIO

Rodrigo Vieira da Silva
Jair Ricardo de Sousa Junior
João Pedro Elias Gondim
Jose Feliciano Bernardes Neto
Nathália Nascimento Guimarães
José Orlando de Oliveira
Emmerson Rodrigues de Moraes
Silvio Luis de Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.3442024096

CAPÍTULO 7..... 63

DO LIXO AO ÚTIL: CONTROLE ALTERNATIVO AO AGENTE PATOGÊNICO DA FUSARIOSE DO QUIABEIRO PELO USO DE SOLUÇÃO DE CARAPAÇA DE CARANGUEJO

Edson Pimenta Moreira
Cláudio Belmino Maia
Francisco de Assis dos Santos Diniz
Rafael José Pinto Carvalho
Wildinson Carvalho do Rosário
Maria Izadora Silva Oliveira
Thiago da Silva Florêncio
Dannielle Silva da Paz
Rayane Cristine Cunha Moreira
Erlen Keila Candido e Silva
Leonardo de Jesus Machado Gois de Oliveira
Jonalda Cristina dos Santos Pereira

DOI 10.22533/at.ed.3442024097

CAPÍTULO 8..... 75

A REPRESENTATIVIDADE ECONÔMICA DO SETOR VITIVINÍCOLA NO CENÁRIO REGIONAL, ESTADUAL E NACIONAL

Saionara da Silva
Luciane Dittgen Miritz
Evandro Miguel Fuhr
Luiz Carlos Timm
Roberto Carlos Mello

DOI 10.22533/at.ed.3442024098

CAPÍTULO 9..... 87

EFEITOS DA ADIÇÃO DE FARELO DE ARROZ E QUEBRADO DE SOJA NO PROCESSO FERMENTATIVO E COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DE SILAGEM DA CANA-DE-AÇÚCAR

Darley Oliveira Cutrim
Warly dos Santos Pires

Aline da Silva Santos
Kaliandra Souza Alves
Dayana Lima Maciel
Ana Rafaela Bezerra Cavalcante de Sousa
Marcos Sousa Bezerra
Luciane Rodrigues Noleto

DOI 10.22533/at.ed.3442024099

CAPÍTULO 10..... 98

**QUALIDADE BROMATOLOGICA, FERMENTATIVA E QUÍMICA DE SILAGENS DE CAPIM
BUFFEL COM NÍVEIS CRESCENTES DO CO-PRODUTO DE ACEROLA**

Aline Silva de Sant'ana
Adriana Ribeiro do Bonfim
Ivis Calahare Silva Caxias
Illa Carla Santos Carvalho
Marcos Vinícius Gomes Silva de Santana
Breno Ramon de Souza Bonfim
Fábio Nunes Lista
Daniel Ribeiro Menezes

DOI 10.22533/at.ed.34420240910

CAPÍTULO 11 112

**AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA RENTABILIDADE NA CRIAÇÃO DE TILÁPIA EM TANQUE
ESCAVADO PARA PRODUÇÃO DE FILÉ NO SUL DE GOIÁS**

Caio de Oliveira Ferraz Vilela
Ramon Pereira da Silva
Amanda Aciely Serafim de Sá
Renato Dusmon Vieira
Marcus Vinícius de Oliveira
Eric José Rodrigues de Menezes
Jorge Stallone da Silva Neto
Vinícius Mariano Ribeiro Borges
Murilo Alberto dos Santos
Romário Ferreira Cruvinel
Alexandre Fernandes do Nascimento
Gladstone José Rodrigues de Menezes

DOI 10.22533/at.ed.34420240911

CAPÍTULO 12..... 123

METABOLISMO DO ÁCIDO FÍTICO E FITASE E SUA UTILIZAÇÃO NA PISCICULTURA

Jaísa Casetta
Vanessa Lewandowski
Cesar Sary
Pedro Luiz de Castro
Laís Santana Celestino Mantovani

DOI 10.22533/at.ed.34420240912

CAPÍTULO 13	134
FISIOLOGIA REPRODUTIVA BÁSICA DA FÊMEA EQUINA	
Gabriel Vinicius Bet Flores	
Carla Fredrichsen Moya	
DOI 10.22533/at.ed.34420240913	
CAPÍTULO 14	148
META-ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES CONDIÇÕES DE FERMENTAÇÃO DA CERVEJA LAGER NA PRODUÇÃO DE ETANOL E COMPOSTOS VOLÁTEIS	
Marcia Alves Chaves	
Sergio Ivan Quarin	
João Alexandre Lopes Dranski	
DOI 10.22533/at.ed.34420240914	
CAPÍTULO 15	162
MODELAGEM CINÉTICA E EFEITOS DA TEMPERATURA DE SECAGEM EM FARINHAS DE RESÍDUO DE ACEROLA	
Priscila de Souza Gomes	
Jéssica Barrionuevo Ressutte	
Jéssica Maria Ferreira de Almeida do Couto	
Camila Andressa Bissaro	
Kamila de Cássia Spacki	
Eurica Mary Nogami	
Jiuliane Martins da Silva	
Marcos Antonio Matiucci	
Marília Gimenez Nascimento	
Caroline Zanon Belluco	
Grasiele Scaramal Madrona	
Monica Regina da Silva Scapim	
DOI 10.22533/at.ed.34420240915	
CAPÍTULO 16	176
SOLUÇÕES MOBILE PARA ESTIMATIVA DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO APLICADOS AO MONITORAMENTO DE PASTAGENS	
Victor Rezende Franco	
Ricardo Guimarães Andrade	
Marcos Cicarini Hott	
Leonardo Goliatt da Fonseca	
Domingos Sávio Campos Paciullo	
Carlos Augusto de Miranda Gomide	
DOI 10.22533/at.ed.34420240916	
CAPÍTULO 17	186
AGRICULTURA FAMILIAR E DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL	
Márcia Hanzen	
Sandra Maria Coltre	
Nardel Luiz Soares	

Flávia Piccinin Paz Gubert
Jonas Felipe Recalcatti
DOI 10.22533/at.ed.34420240917

CAPÍTULO 18..... 198

A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL: UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE AMETISTA DO SUL - RS, BRASIL

Tatiane dos Santos
Cheila Fátima Lorenzon
Deisy Brasil Gonçalves
Ísis Samara Ruschel Pasquali
Elizário Noé Boeira Toledo
Valdecir José Zonin

DOI 10.22533/at.ed.34420240918

CAPÍTULO 19..... 209

O COOPERATIVISMO COMO ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÔMICO AMAZÔNICO: O CASO DO CUMARU EM ALENQUER

Diego Pereira Costa
Marco Aurélio Oliveira Santos
Léo César Parente de Almeida

DOI 10.22533/at.ed.34420240919

CAPÍTULO 20..... 222

PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA A PARTIR DA PERCEPÇÃO DOS AGRICULTORES FAMILIARES DA FEIRA MUNICIPAL DE SÃO MIGUEL DO GUAMÁ - PARÁ, BRASIL

Milton Garcia Costa
Adrielly Sousa da Cunha
Marinara de Fátima Souza da Silva
Carlos Douglas de Sousa Oliveira
Magda do Nascimento Farias
Washington Duarte Silva da Silva
Maria Thalia Lacerda Siqueira
Elizabeth Kamilla Taveira da Silva
Jamison Pinheiro Ribeiro
Luiz Carlos Pantoja Chuva de Abreu

DOI 10.22533/at.ed.34420240920

SOBRE O ORGANIZADOR..... 233

ÍNDICE REMISSIVO..... 234

CAPÍTULO 1

A AGRICULTURA NA BUSCA DA QUALIDADE AMBIENTAL E PRODUTIVA: UMA REVISÃO

Data de aceite: 11/09/2020

Yara Karine de Lima Silva

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa - MG.

RESUMO: A agricultura vem se desenvolvendo cada vez mais dentro da consciência ambiental, lançando mão de tecnologias mais sustentáveis. O solo é conhecidamente o maior reservatório de carbono, sendo um forte aliado para a mitigação de CO₂ pela incorporação de matéria orgânica e carbono orgânico. Algumas práticas interferem no conteúdo dessas partículas, aumentando ou diminuindo a capacidade de estocagem de carbono. Os danos provocados pelas diversas formas de uso do solo devem ser conhecidos e os seus atributos caracterizam as modificações resultantes da adoção de diferentes manejos. As formas sustentáveis de cultivo que podem auxiliar na conservação do solo e colaborar com o meio ambiente como um todo foram buscadas em revisão na literatura.

PALAVRAS-CHAVE: Plantas de cobertura, conservação, degradação do solo, mitigação de GEE, agricultura sustentável.

AGRICULTURE IN THE SEARCH OF ENVIRONMENTAL AND PRODUCTIVE QUALITY: A REVIEW

ABSTRACT: Agriculture has been developing more and more within environmental awareness, making use of more sustainable technologies.

The soil is known to be the largest carbon reservoir, being a strong ally for mitigating CO₂ by incorporating organic matter and organic carbon. Some practices interfere with the content of these particles, increasing or decreasing the carbon storage capacity. The damage caused by the various forms of land use must be known and their attributes characterize the changes resulting from the adoption of different managements. Sustainable forms of cultivation that can assist in soil conservation and collaborate with the environment as a whole have been sought in literature review.

KEYWORDS: Cover plants, conservation, soil degradation, GHG mitigation, sustainable agriculture.

1 | INTRODUÇÃO

A agricultura vem se desenvolvendo cada vez mais dentro da consciência ambiental, lançando mão de tecnologias mais sustentáveis. A utilização de práticas conservacionistas está atualmente em pauta na ciência de modo a melhorar o ambiente produtivo, conservar a água, economizar recursos e também mitigar o aumento das emissões de gases poluentes e degradação do solo.

A Seeg (2017) aponta que o setor agropecuário é uma das principais fontes de emissões de gases de efeito estufa no Brasil. O agronegócio corresponde a 71% das emissões totais de CO₂ e o Brasil ocupa a terceira posição de maior emissor de GEE do mundo, tomando

somente o setor da agropecuária (SEEG, 2017).

O solo é conhecidamente o maior reservatório de carbono e contém aproximadamente 2344 Gt (1 Gt = 10¹⁵ g) de carbono orgânico (STOCKMANN et al., 2013). O carbono atmosférico é fixado pelas plantas na fotossíntese e é acumulado em sua biomassa durante seu desenvolvimento. Essa biomassa é depositada no solo, decompõe-se e se transforma em matéria orgânica (MO) de frações mais estáveis e também carbono orgânico no solo (COS) na fração microbiológica. Entretanto, algumas práticas interferem no conteúdo dessas partículas, aumentando ou diminuindo a capacidade de estocagem de carbono. O solo, desta forma, pode atuar como mitigador de CO₂ atmosférico (PAUSTIAN et al., 2016), uma vez que o aumento da quantidade de MO e COS podem causar mudanças significativas na concentração de CO₂ da atmosfera (SCHLESINGER, 1997). O sequestro de carbono pelo COS é considerado uma importante tecnologia de mitigação de GEE com co-benefícios significativos para a segurança alimentar (PAUSTIAN et al., 2016).

A operação de preparo do solo adotado no sistema de plantio convencional (SPC) aumenta a decomposição de MO pela microbiota através da aeração, variação de temperatura e umidade (SILVA-OLAYA et al., 2013) além de intensificar a quebra dos agregados do solo que protegem a MO em seu interior, aumentando assim a taxa de emissão de CO₂ (SCHWARTZ et al., 2010). Melo et al. (2016) constataram reduções significativas nos teores de MO dos macroagregados em sistema de plantio convencional (SPC) em comparação ao sistema de plantio direto (SPD). Porém o acúmulo de MO depende do tempo de implantação do SPD, onde até os primeiros três anos a MO se mantém inferior ao SPC de cinco anos (SANTOS et al., 2017). Xu et al. (2015a, 2015b) concluíram que a aplicação de 7,5 a 12 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ é necessária para restaurar o conteúdo de MO em nível satisfatório.

A desagregação e pulverização do solo, principalmente diante do uso excessivo de preparo de solo e outras inúmeras operações, impacta negativamente na qualidade estrutural e tornam os solos mais propensos à degradação. Em revisão bibliográfica realizada por Tim Chamen et al. (2015), constataram que intervenções mecânicas, como subsolagens ou escarificações, nem sempre são eficientes para mitigar a compactação do solo, pois normalmente têm efeito temporário, o que demanda repetições frequentes. Operações mecanizadas são mecanismos que sustentam a produtividade agropecuária, entretanto são meios de degradação da ambiente, podem afetar também a saúde humana e também emitem GEE (ROSSETTI e CENTURION, 2017).

A erosão é um dos processos mais problemáticos de degradação do solo e leva a diminuição das áreas com vocação agrícola (MAFRA, 2010). Este processo consiste na eliminação da camada superficial do solo, que contém a maior parte da MO, a qual garante a nutrição para o crescimento dos vegetais e representa um grande estocador de carbono no solo. Além disso, a erosão leva a degradação da qualidade do solo e depende da precipitação, propriedades do solo, topografia, usos do solo e mudanças na sua cobertura

(LU et al., 2019). Juntamente a estes impactos também ocorre diminuição da infiltração e armazenamento de água no perfil que é um recurso cada vez mais limitado. O conhecimento da taxa de infiltração de água no solo é primordial e consiste em uma das características que mais detectam as alterações em sistemas de manejo do solo (VILARINHO et al., 2013).

Os danos provocados pelas diversas formas de uso do solo devem ser conhecidos para que se busque a melhoria da qualidade física, química e biológica do solo. Os atributos do solo podem caracterizar as modificações resultantes da adoção de diferentes manejos. O uso e manejo de plantas nos sistemas produtivos vêm mostrando diversos benefícios. Dentre eles podemos listar a cobertura e proteção da superfície do solo, ciclagem de nutrientes, aumento da atividade da microbiota, aumento da MO e melhoria da agregação do solo.

Nesse sentido, há uma grande necessidade de se estudar as formas sustentáveis de cultivo que podem auxiliar na conservação do solo e que colaborem com o meio ambiente como um todo. Este artigo trata-se de uma revisão bibliográfica que mostram dados da literatura que sustentam esse preceito.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre as práticas agrícolas de conservação do ambiente e do solo. Os artigos científicos foram consultados nos sites de pesquisa acadêmica Scielo, Scopus, Science direct, Web of Science e Google Acadêmico.

Utilizou-se também o aplicativo gratuito *Researcher* o qual pode se selecionar as revistas de interesse, os assuntos dos artigos e a grande área de pesquisa desejada. Este aplicativo envia notificações no smartphone que está instalado assim que novos artigos são publicados. Os resumos dos artigos podem ser visualizados e então podem ler buscados com maiores detalhes através de seu DOI.

Para os sites de pesquisa e para a filtragem de artigos no aplicativo utilizou-se palavras-chaves como mitigação de GEE, conservação do solo e da água, práticas sustentáveis, dentre outras.

3 | REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

Os avanços tecnológicos dentro da agricultura trouxe a otimização das operações no campo, entretanto se utilizadas de forma insustentável e sem algumas precauções podem provocar degradação do ambiente. Se mal manejado o solo pode se degradar a ponto de resultar em sua compactação e os prejuízos na porosidade e permeabilidade do perfil reduz o desenvolvimento das plantas, infiltração e armazenamento de água, bem como dificulta a absorção de nutrientes e difusão de gases.

A adoção de sistemas de produção com plantas de cobertura tem contribuído para a melhoria dos atributos do solo pela cobertura do solo que contribui com a redução da

erosão, perdas de solo, de água e de nutrientes. Outro aspecto positivo desta prática é o acúmulo de COS, reduzindo as emissões de GEE (FAVARATO et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2015; SANTOS et al., 2017). Poeplau e Don (2015), estimaram por meta-análise que o incremento médio de COS pelas culturas de cobertura está entre 0,22 a 1,87 Mg ha⁻¹ ano⁻¹. Kaye e Quemada (2017) encontraram valores de sequestro de carbono de 116 g CO₂ m⁻² ano⁻¹ para não leguminosas e por 135 g CO₂ m⁻² ano⁻¹ para leguminosas (KAYE e QUEMADA, 2017).

A cobertura do solo é um requisito indispensável para atender os pressupostos de um sistema conservacionista do solo. A prática com melhor custo benefício é a utilização de plantas de cobertura. Tim Chamen et al. (2014) em uma revisão bibliográfica concluíram que as operações mecanizadas tem um custo econômico dispendioso e que quando direcionada pode produzir benefícios econômicos, mas os melhores resultados são encontrados com as tecnologias de prevenção da degradação da qualidade física do solo. Segundo Cunha et al. (2011), culturas agregadoras e com sistema radicular agressivo podem minimizar os efeitos negativos da degradação dos solos por meio da melhoria estrutural.

A prática de proteger o solo com plantas de cobertura é vantajosa em qualquer época do ano visto que há necessidade de minimizar as perturbações e diversificar o sistema de cultivo para promover a conservação do solo (FRANCHINI et al., 2012). A agricultura baseada na utilização de plantas melhora significativamente a estabilidade de agregados em comparação com aos sistemas convencionais (WILLIAMS e PETTICREW, 2009). Araya et al (2016) encontraram um aumento de 16 e 30% de produtividade utilizando dois sistemas de conservação em comparação ao sistema convencional. Entretanto, Plaza-Bonilla et al. (2016) não encontraram mudanças significativas no rendimento da produção de diferentes culturas com o uso de plantas de cobertura.

A escolha das espécies também determina o impacto sobre a estruturação do solo a depender do sistema radicular e fisiologia. A espécie de cobertura largamente utilizada é o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.). Chen et al. (2014) mostraram que a cobertura com nabo sob a compactação do solo aumentou a faixa menos limitante de água e permitiu maior permeabilidade de ar, sugerindo melhoria do ambiente para o crescimento das culturas comerciais subsequentes. Cunha et al. (2011) ressaltam que espécies que apresentam maior densidade de raízes e melhor distribuição do sistema radicular no solo favorecem as ligações dos pontos de contato entre partículas minerais e agregadas, contribuindo para sua formação e estabilidade. Além disso, as plantas de cobertura podem ser usadas para manter o fósforo (P) dentro do sistema (WELCH et al. 2016).

Outra prática é o sistema de plantio direto (SPD), conhecido pelas suas vantagens de economizar energia, melhorar o ambiente e conservar o solo. Bai et al. (2019) em uma revisão bibliográfica considerando os dados de 30 experimentos de longa duração, 42 experiências e 402 observações na Europa e na China publicados na literatura, puderam observar que o plantio direto aumenta a estabilidade de agregados e a quantidade de MOS.

O SPD leva a melhorias na qualidade do solo na camada superior do solo, melhorando a estrutura do solo e atividade biológica do solo, ciclagem de nutrientes e redução da densidade aparente (HAMZA e ANDERSON, 2005), melhorando também a capacidade de retenção, infiltração de água, eficiência no uso da água (PITTELKOW et al., 2015) e estabilidade de agregados (AZIZ et al., 2013). O SPD, juntamente com o cultivo mínimo, é o sistema mais ecológico entre diferentes sistemas de cultivo no que diz respeito à mitigação das mudanças climáticas, tem potencial de descompactação da superfície do solo, constrói um ambiente melhor de cultivo e aumenta o rendimento das culturas, tendo impacto mínimo no meio ambiente (BUSARI et al., 2015).

Todavia, para que os benefícios do SPD sejam efetivos, é necessário que se tenha uma boa cobertura do solo. Cultivos de cobertura proporcionam fitomassa na superfície do solo e seus resíduos vegetais podem diminuir o impacto da chuva e aumentar a infiltração da água (GUEDES FILHO et al., 2013). Blanco-Canqui et al. (2015) constataram que a perda de água por escoamento pelo uso dessas plantas pode diminuir em até 80% e diminui a perda de sedimento de 40 a 96%. O escoamento superficial da água é o passo inicial para a erosão do solo que é considerada um dos maiores problemas ambientais em escala global. O processo erosivo resulta em perdas de solo e nutrientes, além de estar associado a inundações, assoreamento e poluição de corpos hídricos (WANG et al., 2016). O escoamento superficial é afetado por diferentes fatores como as condições de superfície do solo (cobertura vegetal), condições físicas do solo e do sistema de preparo que podem provocar compactação e diminuição na porosidade das camadas superficiais do solo (PANAGOS et al., 2015).

O conhecimento das condições edáficas e qualidade do solo podem auxiliar na avaliação da qualidade do processo de manejo adequado do solo e recuperação. A maioria dos estudos contempla somente o desenvolvimento vegetal (LONGO et al., 2012), porém as características físicas do solo devem ser tratadas com atenção porque podem ser as principais limitações em áreas em que a fertilidade já se encontra corrigida. Shiferaw et al. (2019) indicaram que o tipo de uso do solo ocasiona perdas médias de 60% e 69% no estoque de COS na camada superficial (0-10 cm).

A conscientização sobre o uso excessivo de recursos naturais não renováveis, poluição do solo, água, ar e o alto consumo de fertilizantes impõe um desafio de como promover um desenvolvimento sustentável. O IPCC (2009) aponta que cerca de 1% do fertilizante nitrogenado utilizado em plantações acaba na atmosfera na forma de óxido nitroso (N_2O). A emissão de N_2O tem potencial danoso 350 vezes maior que o CO_2 no aquecimento global (HYATT et al., 2010), e suas frações mais significativas são advindas das práticas agrícolas. Basche et al. (2016) simulando impactos a longo prazo de culturas de cobertura e mudanças climáticas na produção agrícola e os resultados ambientais, previram que a cultura de cobertura levou a uma redução de 11-29% na erosão e até de 34% nas emissões de N_2O .

O IPCC (2007) estimou um aumento de 35-60% de CH₄ e 60% de N₂O nas emissões globais até 2030. As emissões líquidas decorrentes do desmatamento e as mudanças no uso da terra representam cerca de 12% do total global (WRI, 2017).

Contudo, o setor agrícola pode ser um aliado para enfrentar os desafios de produção mais sustentável e menos poluente. As ações conservacionistas devem ser implementadas para um adequado manejo do solo e minimização do processo de aquecimento global, além da tomada de decisões a curto e longo prazo para reverter este quadro. O Plano ABC criado pelo MAPA, com vigência em 2010 a 2020 tem como objetivo de buscar a melhoria da eficiência no uso de recursos naturais e aumentar a resiliência dos sistemas produtivos para adaptar o setor agropecuário aos impactos das mudanças climáticas (BRASIL, 2016). Borges et al. (2016) destacaram a importância do debate sobre as energias renováveis inserindo a urgência de se reduzir os GEE como forma de frear estas mudanças, também se atentando à dependência global dos combustíveis fósseis.

REFERÊNCIAS

ARAYA, T.; NYSSSEN, J.; GOVAERTS, B.; DECKERS, J.; SOMMER, R.; BAUER, H.; GEBREHIWOT, K.; CORNELIS, W. M. (2016). **Seven years resource-conserving agriculture effect on soil quality and crop productivity in the Ethiopian drylands**. Soil & Tillage Research 163, 99–109.

AZIZ, I., MAHMOOD, T., ISLAM, K.R., 2013. **Effect of long term no-till and conventional tillage practices on soil quality**. Soil Tillage Res. 131, 28–35.

BAI, Z.; CASPARIA, T.; GONZALEZA, M. R.; BATJESA, N. H.; MÄDERB, P.; BÜNEMANNB, E. K.; GOEDER, R.; BRUSSAARD, L.; XUD, M.; FERREIRAE, C. S. S.; REINTAMF, E.; FANG, H.; MIHELICH, R.; GLAVANH, M.; TÓTH, Z. (2019). **Effects of agricultural management practices on soil quality: A review of long-term experiments for Europe and China**. Agriculture, Ecosystems and Environment 265 (2018) 1–7.

BASCHE, A. D.; ARCHONTOULIS, S. V.; KASPAR, T. C.; JAYNES, D. B.; PARKIN, T. B.; MIGUEZ, F. E. Simulating long-term impacts of cover crops and climate change on crop production and environmental outcomes in the Midwestern United States. Agriculture, Ecosystems and Environment, v. 218, p. 95–106, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2015.11.011> < <https://www.climatewatchdata.org/>>.

BLANCO-CANQUI, H.; SHAVER, T. M.; LINDQUIST, J. L.; SHAPIRO, C. A.; ELMORE, R. W.; FRANCIS, C. A.; HERGERT, G. W. **Cover Crops and Ecosystem Services: Insights from Studies in Temperate Soils**. Agronomy Journal, v. 7, 2015.

BORGES, A. C. P.; SILVA, M. S. S.; ALVES, C. T.; TORRES, E. A. **Energias renováveis: uma contextualização da biomassa como fonte de energia**. Revista Eletrônica do PRODEMA Fortaleza, Brasil, v. 10, n. 2, p. 23-36, jul./dez. 2016.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). **3ª Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília, 2016.

BUSARI, M. A. et al. **Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment**. International Soil and Water Conservation Research, (<http://dx.doi.org/10.1016/j.iswcr.2015.05.002>), 2015.

CHEN, G.; WEIL, R. R. W.; HILL, R. L. H. **Effects of compaction and cover crops on soil least limiting water range and air permeability**. Soil & Tillage Research, v.136, p.61-69, 2014.

CUNHA, E. Q.; STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, A. D.; LEANDRO, W. M. **Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho: I – atributos físicos do solo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 589-602, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v35n2/v35n2a28.pdf>>.

FAVARATO, L. F.; SOUZA, J. L.; GALVÃO, J. C. C.; DE SOUZA, C. M.; GUARÇONI, R. C. **Atributos químicos do solo sobre diferentes plantas de cobertura no sistema plantio direto orgânico**. Brazilian Journal of Sustainable Agriculture, v. 5, n. 2, 2015. Disponível em: <<http://www.rbas.com.br/index.php/rbas/article/view/312>>. Doi: <http://dx.doi.org/10.21206/rbas.v5i2.312>.

FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; A. A. B.; TONON, B. C.; FARIAS, J. R. B.; OLIVEIRA, M. C. N.; TORRES, E. **Evolution of crop yields in different tillage and cropping systems over two decades in southern Brazil**. Field Crops Research, v. 137, p. 178–185, 2012.

GUEDES FILHO, O.; SILVA, A. P.; GIAROLA, N. F. B.; TORMENA, C. A. **Structural properties of the soil seedbed submitted to mechanical and biological chiseling under no-tillage**. Geoderma, v.204-205, p.94- 101, 2013.

HAMZA, M. A.; ANDERSON, W. K. 2005. **Soil compaction in cropping systems: a review of the nature: causes and possible solutions**. Soil Tillage Research. 82, 121–145.

HYATT, C. R.; VENTEREA, R. T.; ROSEN, C. J.; MCNEARNEY, M.; WILSON, M. L.; DOLAN, M. S. **Polymer-coated urea maintains potato yields and reduces mitrous oxide emissions in a Minnesota Loamy Sand**. Soil Sci. Soc. Am. J. v. 74, p. 419-428, 2010.

IPCC- Climate Change 2007: Mitigation. **Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC - **Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas**. Equação Ambiental, 2009. Acesso em: 18/07/2019. Disponível em: < <http://agencia.fapesp.br/equacao-ambie> <http://agencia.fapesp.br/equacao-ambiental/10901/ntal/10901/>>

KAYE, J. P.; QUEMADA, M. **Using cover crops to mitigate and adapt to climate change: A review**. Agronomy Sustainable, 37: 4, dev. 2017. DOI 10.1007/s13593-016-0410-x

LONGO, R.M.; REIS, M.S.; YAMAGUCHI, C.S.; DEMAMBRORO, A.C.; RIBEIRO, A.I.; MEDEIROS, G.A. **Indicators of soil degradation in urban forests: physical and chemical parameters**. WIT Transactions on Ecology and the Environment (Online), 162:497-503, 2012. <http://dx.doi.org/10.2495/EID120431>

LU, R., LIU, Y.-F., JIA, C., HUANG, Z., LIU, Y., HE, H., W.U., G.L. (2019). **Effects of mosaic-pattern shrub patches on runoff and sediment yield in a wind-water erosion crisscross region**. CATENA, 174, 199–205. Doi:10.1016/j.catena.2018.11.022

MAFRA, M. N. C. **Erosão e planificação de uso do solo**. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (orgs). *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

MELO, G. B.; PEREIRA, M. G.; PERIN, A.; GUARESCHI, R. F & SOARES, P. F. C. **Estoques e frações da matéria orgânica do solo sob os sistemas plantio direto e convencional de repolho**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, n. 9, p. 1511- 1519, 2016. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/22374>>.

OLIVEIRA, D.M.S.; LIMA, R.P.; VERBURG, E.E.J. **Qualidade física do solo sob diferentes sistemas de manejo e aplicação de dejetos líquido suíno**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.19, n.3, p.280–285, 2015. Disponível em:< <http://www.agriambi.com.br/revista/v19n03/v19n03a13.pdf>>. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n3p280-285>.

PANAGOS, P.; BORRELLI, P.; MEUSBURGER, K.; ALEWELL, C.; LUGATO, E.; MONTANARELLA, L. **Estimating the soil erosion cover-management factor at the European scale**. *Land Use Policy*, v.48, p.38-50, 2015. DOI: [10.1016/j.landusepol.2015.05.021](https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.05.021).

PAUSTIAN, K., LEHMANN, J., OGLE, S., REAY, D., ROBERTSON, G.P., SMITH, P., 2016. **Climates mart soils**. *Nature* 532, 49–57.

PITTELKOW, C.M., LINQUIST, B.A., LUNDY, M.E., LIANG, X., VAN GROENIGEN, K.J., LEE, J., VAN KESSEL, C., 2015. **When does no-till yield more? A global meta-analysis**. *Field Crops Res.* 183, 156–168.

PLAZA-BONILLA,D.; NOLOT, J. M.; PASSOT, S.; RAFFAILLAC, D.; JUSTES, E. (2016). **Grain legume-based rotations managed under conventional tillage need cover crops to mitigate soil organic matter losses**. *Soil & Tillage Research* 156 (2016) 33–43.

POEPLAU, C.; A. DON, A. **Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops – A meta-analysis Agriculture**. *Ecosystems & Environment*, p. 33–41, 2015.

ROSSETTI, K. V.; CENTURION, J. F. **Indicadores de qualidade em Latossolos compactados e suas relações com o crescimento do sistema radicular do milho**. *Revista Agro@mbiente On-line*, v. 11, n. 3, p. 181-190, julho-setembro, 2017.

SANTOS, O. F.; SOUZA, H. M.; OLIVEIRA, M. P.; CALDAS M. B.; ROQUE C. G. **Propriedades químicas de um Latossolo sob diferentes sistemas de manejo**. *Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS*, v. 4, n. 1, p. 36–42, jan./mar. 2017. Disponível em :< <https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/1185>>.

SCHLESINGER, W.H., 1997. **Biogeochemistry, an Analysis of Global Change**. Academic Press, San Diego.

SCHWARTZ, R.C.; BAUMHARDT, R.L. & EVETT, S.R. **Tillage effects on soil water redistribution and bare soil evaporation throughout a season**. *Soil Tillage Research*, 110:221- 229, 2010.

SEEG - Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa. **Emissões do Brasil em 2017 - Observatório do Clima**. Disponível em: < <http://www.observatoriodoclima.eco.br/emissoes-brasil-caem-23-em-2017/>> Acesso em: 27/05/2019.

SHIFERAW, A.; YIMER, F.; TUFFA, S. (2019). **Changes in Soil Organic Carbon Stock Under Different Land Use Types in Semiarid Borana Rangelands: Implications for CO₂ Emission Mitigation in the Rangelands**. *Journal of Agricultural Science and Food Research* 9: 254.

SILVA-OLAYA, A.M.; CERRI, C.E.P.; LA SCALA JR., N.; DIAS, C.T.S. & CERRI, C.C. **Carbon dioxide emissions under different soil tillage systems in mechanically harvested sugarcane**. *Environ. Res. Lett.*, 8:1-8, 2013.

STOCKMANN, U., ADAMS, M.A., CRAWFORD, J.W., ET AL., 2013. **The knowns, known unknowns and unknowns of sequestration of soil organic carbon**. *Agric. Ecosyst. Environ.* 164, 80–99.

TIM CHAMEN, W. C.; MOXEY, A. P.; TOWERS, W.; BALANA, B.; HALLETT, P. D. **Mitigating arable soil compaction: A review and analysis of available cost and benefit data**. *Soil & Tillage Research* (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2014.09.011>.

TIM CHAMEN, W.C.; MOXEY, A.P.; TOWERS, W.; BALANA, B.; HALLETT, P.D. **Mitigating arable soil compaction: a review and analysis of available cost and benefit data**. *Soil and Tillage Research*, v.146, p.10-25, 2015. DOI: 10.1016/j.still.2014.09.011.

VILARINHO, N. K. C.; KOETZ, M.; SCHLICHTING, A. F.; SILVA, M. C. M.; SILVA, E. M. B. **Determinação da taxa de infiltração estável de água em solo de cerrado nativo**. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*. Fortaleza, v. 7, n. 1, p. 17-26, 2013.

WANG, X.; ZHAO, X.; ZHANG, Z.; YI, L.; ZUO, L.; WEN, Q.; LIU, F.; XU, J.; HU, S.; LIU, B. **Assessment of soil erosion change and its relationships with land use/cover change in China from the end of the 1980s to 2010**. *Catena*, v.137, p.256-268, 2016. DOI: 10.1016/j.catena.2015.10.004.

WELCH, R. Y.; BEHNKE, G. D.; DAVIS, A. S.; MASIUNAS, J.; VILLAMILA, M. B. **Using cover crops in headlands of organic grain farms: Effects on soil properties, weeds and crop yields**. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 216, p. 322–332, 2016.

WILLIAMS, N.D., PETTICREW, E.L., 2009. **Aggregate stability in organically and conventionally farmed soils**. *Soil Use Manage.* 25, 284–292.

WRI-BRASIL 2017. **O mundo precisa mudar para virar o jogo climático**. Disponível em: < <https://wribrasil.org.br/pt/blog/2017/07/o-mundo-precisa-mudar-para-virar-o-jogo-clim%C3%A1tico>>. Acesso em: julho de 2019.

XU, M.G., LOU, Y.L., DUAN, Y.H., 2015b. **National Long-Term Soil Fertility Experiment Network in Arable Land of China**. China Land Press pp 186.

XU, M.G., ZHANG, W.J., HUANG, S.W., 2015a. **China Soil Fertility Evolution, 2nd edition**. China Agriculture and Science Technology Publishing House pp 1124.

CAPÍTULO 2

PRODUÇÃO DE BIOMASSA E QUALIDADE DO SOLO EM CULTIVO DE MILHO SILAGEM COM DIFERENTES COBERTURAS HIBERNAIS

Data de aceite: 11/09/2020

Data de submissão: 10/06/2020

Iandeyara Nazaroff da Rosa

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ
Ijuí – RS

Pedro Henrique Bester Przybitowicz

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ
Ijuí – Rio Grande do Sul

Anderson Dal Molin Savicki

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ
Ijuí – Rio Grande do Sul

Alison Jose Ferreira Tamiozzo

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ
Ijuí – Rio Grande do Sul

Gerusa Massuquini Conceição

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ
Ijuí – Rio Grande do Sul

Leonir Terezinha Uhde

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ
Ijuí – Rio Grande do Sul

Jordana Schiavo

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ
Ijuí – Rio Grande do Sul

Tiago Silveira da Silva

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ
Ijuí – Rio Grande do Sul

Nathalia Dalla Corte Bernardi

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ
Ijuí – Rio Grande do Sul

RESUMO: A qualidade do solo é fundamental para o sucesso da produção de alimentos e o uso do sistema plantio direto associado ao manejo de plantas de cobertura é fundamental para a sustentabilidade do sistema produtivo. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência de antecedentes culturais hibernais na qualidade do solo e na produção de biomassa de plantas de milho destinados à produção de silagem. A pesquisa foi realizada na área experimental do Instituto Regional de Desenvolvimento Rural (IRDeR), no município de Augusto Pestana-RS. Os tratamentos foram as diferentes culturas antecessoras hibernais mix de culturas (nabo+aveia preta+ervilhaca) e trigo duplo propósito. Foram avaliados atributos físico-químicos do solo e a produção de biomassa de silagem de milho. Foram coletadas amostras para a análise química do solo, na profundidade de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm. Os atributos físico-químicos avaliados foram: teor de argila, pH; Índice SMP; matéria orgânica; fósforo e potássio “disponível” (método Mehlich-1); cálcio, magnésio e alumínio trocáveis. Para o estudo da densidade do solo foi adotado o método do anel

volumétrico, as amostras indeformadas foram coletadas em quatro profundidades, calculando-se umidade gravimétrica, volumétrica, densidade do solo, porosidade total, densidade de partículas e espaço aéreo. Para a avaliação da produção de biomassa e peso de espigas foram coletadas aleatoriamente 5 plantas por parcela e obtido o peso da primeira, segunda e total de espigas bem como o peso total das plantas e biomassa por hectare. O antecedente cultural influenciou a qualidade físico química do solo e a produção de biomassa de milho silagem. A área cultivada com o mix de culturas (nabo+aveia preta+ervilhaca) apresentou melhor desempenho químico do solo e maior produção de biomassa de milho silagem.

PALAVRAS-CHAVE: Adubação verde, consórcio, produção, sustentabilidade.

BIOMASS PRODUCTION AND SOIL QUALITY ASSESSMENT IN SILAGEM CORN CULTIVATION WITH DIFFERENT HIBERNAL COVERINGS

ABSTRACT: Soil quality is fundamental to the success of food production and the use of the no-tillage system associated with the management of cover plants is fundamental for the sustainability of the productive system. In view of this, the present study aimed to evaluate the influence of hiberna cultural antecedents on soil quality and on the production of biomass from corn plants destined for silage production. The research was carried out in the experimental area of the Regional Institute for Rural Development (IRDeR), in the municipality of Augusto Pestana (RS). The treatments were the different predecessor cultures hiberna crop mix (turnip + black oats + vetch) and dual purpose wheat. Soil physicochemical attributes and corn silage biomass production were evaluated. Samples were collected for chemical analysis of the soil, at a depth of 0 to 10 cm and from 10 to 20 cm. The physicochemical attributes evaluated were: clay content, pH; SMP index; organic matter; phosphorus and potassium “available” (Mehlich-1 method); exchangeable calcium, magnesium and aluminum. For the study of soil density, the volumetric ring method was adopted, undisturbed samples were collected at four depths, calculating gravimetric, volumetric moisture, soil density, total porosity, particle density and air space. For the evaluation of biomass production and ear weight, 5 plants per plot were randomly collected and the weight of the first, second and total ears was obtained, as well as the total weight of plants and biomass per hectare. The cultural background influenced the physical chemical quality of the soil and the production of silage corn biomass. The area cultivated with the crop mix (turnip + black oats + vetch) showed better soil chemical performance and higher production of silage corn biomass.

KEYWORDS: Green manure, consortium, production, sustainability;

1 | INTRODUÇÃO

O crescimento populacional, segundo estimativas da Organização das Nações Unidas (ONU), elevará seus índices em 26% até 2050, chegando a 9,7 bilhões de pessoas. Estas projeções associadas ao aumento do consumo per capita, expansão das cidades e das restrições no uso de terra nas próximas décadas intensificam a necessidade de aumento e otimização da produção alimentícia (SAATH et al., 2018). Esta deve estar aliada à redução de impactos ambientais, considerando que a sociedade e os ecossistemas como um todo demandam por uma agricultura com o mínimo de danos ao meio ambiente,

aumentando a produtividade de forma sustentável.

Para elevar a produção mantendo a área cultivada a qualidade do solo é um dos itens fundamentais no sucesso da atividade agrícola. Estudos realizados por Silva et al. (2020), indicam que a produção de alimentos com o uso de práticas de gestão e manejo do solo que levam em conta as condições regionais e a adaptação de sistemas de produção são fundamentais para a sustentabilidade do sistema produtivo. As práticas conservacionistas de manejo do solo potencializam a atividade biológica (SEDIYAMA; SANTOS; LIMA, 2014). Dentre estas vale ressaltar o sistema plantio direto e a adubação verde como técnicas que atrelam a sustentabilidade ao aumento de produtividade.

O sistema plantio direto, segundo o conceito da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), deve respeitar três princípios básicos: a perturbação mínima do solo, cobertura permanente e uso de rotação de culturas aliado ao manejo integrado de pragas e doenças. Nesse sentido, a sucessão de culturas é uma prática que interfere diretamente na ciclagem e reciclagem de nutrientes, intensificando a relação carbono/nitrogênio (C/N) e aumentando os teores de matéria orgânica. Assim os nutrientes da palhada são liberados de forma gradual, e podem atender a demanda nutricional da cultura subsequente durante o seu desenvolvimento, sendo possível obter melhor qualidade biológica dos grãos produzidos (CHAUHAUN, 2013).

Além disso, pela inclusão de espécies com sistema radicular vigoroso e pelos aportes diferenciados de matéria seca, pode-se alterar as propriedades físicas e químicas do solo. Isso depende, dentre outros fatores do período de cultivo, do número de cultivos por ano e das espécies utilizadas. Diante disso, o sistema de sucessão de culturas visa, principalmente, alcançar maior sustentabilidade, elevar a fertilidade do solo, reduzir o uso de agroquímicos e quebrar ciclos de doenças e pragas (SILVEIRA et al., 2003). Ainda, não afeta a qualidade dos grãos, nos aspectos referentes a saúde e sanidade, além de apresentar diminuição de custos para o produtor (SILVA, et al., 2020).

Adubos verdes são plantas utilizadas para aumentar, preservar ou restaurar a qualidade química, física e biológica dos solos. Silva et al. (2020), ao avaliarem seu efeito na qualidade nutricional do milho, constataram seu uso como uma boa alternativa para o equilíbrio de nutrientes no solo, se consolidando por meio de técnicas agronômicas específicas, cuja cobertura vegetal, viva ou morta, pode ou não ser incorporada ao solo, aumentando o seu potencial produtivo.

São várias as espécies que de acordo com seu ciclo de crescimento, época de semeadura ou sistema de cultivo melhoram a qualidade do solo e podem, também, fornecer sementes, fibras e alimento ao homem e aos animais (forragem), além de diminuir os impactos ambientais da agricultura (LIMA, 2015). Dentre as gramíneas, que possuem desenvolvimento inicial mais rápido vale destacar o milheto, sorgo forrageiro, aveia preta, azevém, centeio, cevada e trigo duplo propósito. Outra opção é o uso de leguminosas como ervilhaca, tremoço, trevo-vesiculoso e ervilha forrageira, as quais se destacam pela

capacidade de fixação de nitrogênio por meio da associação de suas raízes com bactérias do gênero *Rhizobium* (CASALI et al., 2016).

Diante disso, as plantas de cobertura podem ser cultivadas isoladamente ou em consórcio com mais espécies, o qual é altamente benéfico e apresenta melhor desempenho devido ao efeito de complementaridade entre as diferentes espécies utilizadas, pois, além de contribuir para melhorar as propriedades físicas do solo (agregação e estruturação) (ALVAREZ et al., 2017), produz resíduos intermediários quanto a relação C/N que favorecem a mineralização de N e promovem maior equilíbrio e acúmulo de carbono no perfil do solo ao longo do tempo (DONEDA et al., 2012; ZIECH et al., 2015).

Entre as gramíneas a aveia preta é a principal cultura de cobertura de solo de estação outono/inverno na Região Sul do Brasil (TIECHER, 2016). A espécie também é amplamente utilizada de forma consorciada, como por exemplo, no cultivo de aveia + ervilhaca + nabo forrageiro. Recentemente vem se utilizando cultivares de trigo duplo propósito, com a finalidade de possibilitar o pastejo e ainda servir de cobertura para o solo até o estabelecimento da próxima cultura. A vantagem dessas cultivares é que permitem ser semeadas de 20 a 40 dias antes do período indicado às cultivares tradicionais para grãos, cobrindo o solo mais cedo, ofertando a mesma quantidade de forragem e matéria seca da aveia preta (SANTOS, 2011).

Estudos realizados por Michelin, et al. (2019), sobre os atributos do solo e produtividade do milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura de inverno, concluíram que os maiores rendimentos de grãos da cultura do milho foram obtidos com a utilização do consórcio aveia preta + ervilhaca + nabo forrageiro. Isso porque a cobertura do solo pelo dossel das plantas é influenciada pelo tipo de espécie vegetal e período de crescimento. No início do ciclo é maior no cultivo de nabo forrageiro, enquanto que ao final é maior no consórcio de espécies (aveia, ervilhaca e nabo). O consórcio produz maior massa seca de parte aérea, enquanto que a aveia preta produz maior massa de raízes, a ervilhaca é mais eficiente em acumular nitrogênio e o nabo forrageiro no acúmulo de cálcio no tecido vegetal (WOLSCHICK et al., 2016).

A influência do sistema plantio direto e do uso de plantas de cobertura do solo tem sido foco de estudos uma vez que otimizam o aporte de material orgânico, nutrientes e protegem o solo dos processos erosivos (ALBUQUERQUE et al., 2013). Leal et al. (2013), ao avaliarem o efeito de culturas de cobertura sobre a necessidade de adubação nitrogenada da cultura do milho, concluíram que o cultivo de milho após crotalária apresentou melhor desempenho agrônômico e menor demanda de adubação nitrogenada, quando comparado ao cultivado após milheto. Também, Sediyaama; Santos e Lima, (2014), afirmam que a adubação orgânica mantém ou melhora a fertilidade do solo utilizando-se de recursos naturais e das atividades biológicas. Isso por proporcionar o fornecimento de nutrientes através de adubações verdes com leguminosas ou outros grupos de plantas e conclui que a adubação, quando feita de forma orgânica, além de seguir os princípios da agroecologia,

contribuiu para a maior eficiência energética dos sistemas produtivos.

Dentre as principais culturas semeadas no Brasil vale destacar o milho (*Zea mays*) o qual destaca-se por apresentar alto valor energético com elevado teor de carboidratos (amido) e lipídios (óleo). Assim é amplamente utilizado na alimentação humana e animal (BARROS e CALADO, 2014). Na alimentação animal pode ser utilizado na forma de grão in natura, matéria prima da formulação de rações e, em especial no processo de ensilagem a partir da planta verde.

A silagem é de grande importância para a produção de carne e leite, servindo de alimento alternativo contribuindo para a redução de custos de produção. Estima-se que o consumo de milho destinado como componente de rações para os animais seja responsável por 75% do total da produção (SILVA, et al., 2020). Isso porque apresenta uma produção elevada de massa verde por unidade de área, boa qualidade e facilidade de fermentação no silo. Além de um alto nível de inclusão nas dietas para atender as exigências energéticas dos animais (GALVÃO; BORÉM; PIMENTEL, 2015).

No entanto, para a produção de milho destinado a silagem são exportadas altas quantidades de nutrientes. Em média para cada tonelada de matéria seca produzida são retirados do sistema 25 kg ha⁻¹ a 35 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 5 kg ha⁻¹ a 7 kg ha⁻¹ de fósforo, 18 kg ha⁻¹ a 35 kg ha⁻¹ de potássio, e 2,5 kg ha⁻¹ a 4 kg ha⁻¹ de enxofre, (CRUZ, et al., 2011), sendo assim necessária a reposição dos mesmos. Estudos realizados por Silva, et al., (2020) a respeito da adubação na cultura do milho mostram que quando cultivado com adubação verde e composto orgânico apresentou melhoria na sua qualidade nutricional. Sem o uso da adubação verde a reposição de nutrientes seria oriunda exclusivamente de adubos químicos, os quais causam um impacto ambiental negativo em nascentes, rios e lençóis freáticos (DE SOUZA, et al. 2018; VALENTINI, et al., 2016) e apresentam alto custo para o produtor. Ainda, a aplicação da adubação verde no solo, além de gerar ganhos na produtividade, pode proporcionar melhoria na qualidade nutricional dos grãos de milho (SILVA, et al., 2020).

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência de antecedentes culturais hibernais na qualidade do solo e na produção de biomassa de plantas de milho destinados a produção de silagem.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ensino vinculado ao projeto de Pesquisa “Sistemas sustentáveis de produção com melhor aproveitamento dos recursos biológicos e naturais”, situado no Instituto Regional de Desenvolvimento Rural (IRDeR), no município de Augusto Pestana-RS pertencente ao Departamento de Estudos Agrários (DEAg) da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), localizado geograficamente a 28°26’30” de latitude S e 54°00’58” de longitude, com altitude

próxima a 280 metros (Figura 1). O solo da unidade experimental se caracteriza por ser um Latossolo Vermelho distroférico típico (SANTOS et al., 2013) com um perfil profundo, bem drenado, coloração vermelho escuro, com altos teores de argila e predominância de argilominerais 1:1 e óxi-hidróxidos de ferro e alumínio.

Os tratamentos se constituíram das culturas antecessoras de inverno: Mix (nabo+aveia preta+ervilhaca) e Trigo duplo propósito (*Triticum aestivum*). Cada unidade experimental possuía 150 m². O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com quatro repetições.

A semeadura das culturas hibernais se deu no mês de maio 2018, e a semeadura da cultura do milho ocorreu em 28 de dezembro de 2018 estando de acordo com o Zoneamento Agroclimático para cultura no estado do Rio Grande do Sul (MAPA, 2018).



Figura 1. Representação da área em estudo

Fonte: Jozier Kristoschik (2019).

Para a semeadura da cultura do milho o híbrido utilizado foi o AS 1551 que se caracteriza por possuir precocidade, excelente qualidade de colmo e tolerância a diplodia de grãos. É uma planta de porte baixo, com folhas de arquitetura eretas e possui um bom sistema radicular.

A densidade de semeadura utilizada foi de 70.000 plantas por hectare e o espaçamento entre linhas foi de 0,5 m. As recomendações de adubação de base e de cobertura foram realizadas de acordo com a análise de solo, utilizando o Manual de Calagem e Adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS/NRS-RS e SC - SBCS, 2016).

Para a análise físico-química do solo foram coletadas duas amostras de solo por parcela nas camadas de profundidade: 0 a 10 cm para fins de adubação e 10 a 20 cm,

para monitorar a acidez. No sistema plantio direto consolidado, sempre que é necessário monitorar a acidez, deve-se amostrar a camada de 10 a 20 cm. Essa amostragem é também auxiliar na avaliação da disponibilidade de fósforo (P) em profundidade e no diagnóstico dos teores de enxofre não há necessidade de ser realizada todos os anos, mas é recomendado que se faça cada dois ou três anos. Permite, ainda o acompanhamento da dinâmica de nutrientes no solo.

Após a coleta das amostras, as mesmas foram identificadas e enviadas ao Laboratório de Análise de Solos (LAS) da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), onde procedeu-se as análises físico-químicas, utilizando-se das metodologias indicadas para todos os laboratórios integrantes da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e Tecido vegetal para os estados do Rio Grande do Sul (Rolas) (TEDESCO et al., 1995).

As determinação dos atributos físico-químicos do solo foram: teor de argila; pH do solo em água; Índice SMP; matéria orgânica; fósforo e potássio “disponível” (método Mehlich-1); cálcio, magnésio e alumínio trocáveis. Para a interpretação dos resultados químicos utilizou-se o Manual de Calagem e Adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (CQFS/NRS-RS e SC - SBCS, 2016).

Para o estudo da densidade do solo foi adotado o método do anel volumétrico (EMBRAPA, 1997). As amostras foram coletadas em três camadas de profundidade: 0-5; 5-10; 10-15 cm. Os resultados foram empregados para os cálculos de umidade gravimétrica, umidade volumétrica, densidade do solo, porosidade total e espaço aéreo. No Laboratório de Análise Física do Solo realizou-se a pesagem de Massa de Solo Úmido (MSU) das amostras e, após, foram encaminhadas para a estufa de circulação forçada, com temperatura de 105°C, por um período mínimo de 48 horas até atingir peso constante. Depois da secagem foi feita uma nova pesagem para obter a Massa de Solo Seco (MSS). Para a densidade das partículas, foi adotado o método do balão volumétrico (EMBRAPA, 1997), e utilizadas às mesmas amostras coletadas para o estudo da densidade do solo. Para verificação da existência de limitações ao crescimento radicular, relacionou-se os resultados de densidade do solo com os resultados da análise granulométrica, mais especificamente o teor de argila, utilizando-se a classificação proposta por Reichert et al. (2007).

Para a avaliação da densidade de plantas por área contabilizou-se o número de plantas por metro linear em três pontos por parcela, pela contagem direta das plantas em 3 m⁻¹ e os resultados forma expressos em número de plantas. m⁻¹. A avaliação da produção de biomassa e peso de espigas foi realizada quando as plantas encontravam-se no estágio fenológico correspondente a R3-R4, segundo escala fenológica de Ritchie; Hanway e Benson (1993). Para a avaliação foram coletadas aleatoriamente 5 plantas por parcela e obtido o peso da primeira, segunda e total de espigas bem como o peso total das plantas. Os valores para peso de espigas (primeira, segunda e total) foram expressos

em kg. espiga⁻¹ e a produção de biomassa total em kg. ha⁻¹.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os atributos químicos do solo estão descritos na Tabela 1. Os valores de pH encontram-se entre 5,2 e 5,8, apresentando-se levemente ácidos e não limitantes para a absorção de nutrientes do solo pelas plantas de milho. Resultados semelhantes foram encontrados por SCHAEFER, et al. (2016), o qual menciona que nesta faixa de pH já ocorre boa absorção de nutrientes pelo sistema radicular do milho. Isso porque o solo é um sistema dinâmico, que sofre alterações intensas por conta do seu material de origem, do relevo, da vegetação, dos organismos e do tempo. Dentro desse contexto um dos itens que sofre acentuada modificação é o pH, índice que varia de 0 a 14, tendo como faixa ótima para desenvolvimento do milho o pH 6,0 (RODRIGUES et al., 2017).

Profundidade (cm)	pH água	SMP	M.O	K	P	Al	Ca	Mg	Argila	CTC _{pH7,0}	CTCef.
Trigo Tarumã											
0-10	5,2	5,5	4,1	197	52,2	0,4	6,4	2,3	48	16,9	9,6
Interpretação	-	-	M	A	MA	-	A	A	2	A	-
Mix de Culturas											
0-10	5,8	6	4,4	208	28,1	0	8,7	3,7	53	17,3	12,9
Interpretação	-	-	M	A	MA	-	A	A	2	A	-

Tabela 1. Resultados e interpretação dos atributos de qualidade química do solo, matéria orgânica (M.O., %), potássio (K, mg dm⁻³), fósforo (P mg dm⁻³), alumínio (Al, cmol_c dm⁻³), cálcio (Ca, cmol_c dm⁻³), magnésio (Mg, cmol_c dm⁻³), argila (%), CTC pH 7,0 (cmol_c dm⁻³), CTC efetiva (cmol_c dm⁻³) em diferentes profundidades em área de diferentes antecessores culturais Laboratório de Análises de Solos IRDeR/DEAg/UNIJUÍ. Augusto Pestana. Março/2019.*B-Baixo; M- Médio; A- Alto; MA- Muito Alto. *Classe de teor de argila: classe 1 = > 60%; classe 2 = 60 a 41%.

Os teores de matéria orgânica encontrados variaram entre 4,1% e 4,4%, sendo avaliados como classe média para todas as áreas (Tabela 1). Ensinas et al. (2015), encontraram teores médios e estáveis de matéria orgânica em áreas que utilizam consórcio de culturas antecessoras ou solteiras, se mostrando viável para o incremento e a manutenção da matéria orgânica sobre o solo em sistema plantio direto. A matéria orgânica é fonte de energia e nutrientes, mantendo o solo dinâmico e exercendo importante papel em sua fertilidade (LANDGRAF; MESSIAS; REZENDE, 2005). Sendo fundamental para o solo, a matéria orgânica tem capacidade de alterar suas propriedades químicas, físicas e biológicas, estas capazes de proporcionar e alterar o padrão de crescimento e desenvolvimento das plantas.

Em se tratando de alterações químicas, podemos mencionar a CTC pH7,0 por bases, a qual é diretamente proporcional à matéria orgânica, caracterizando o nível de

fertilidade do solo. Em um solo argiloso, com maiores níveis de MOS, possui alta CTC, resultando em um solo mais fértil, com maior capacidade de retenção de água e tornando disponíveis maiores quantidades de nutrientes. Sendo assim, o solo do trabalho em questão apresentando teor médio de MOS deixa potencial para realização de adubação orgânica e elevação de seus índices. Cabe ressaltar ainda, que a adubação orgânica, segundo pesquisa de Santiago e Rosseto (2015), auxilia na redução do processo erosivo, fornece maior disponibilidade de nutrientes às plantas, bem como maior retenção de água pelo solo e menor diferença de temperatura do solo durante o dia e a noite, também estimula a atividade biológica, aumenta a taxa de infiltração e por fim, confere maior agregação de partículas ao solo.

Os teores de cálcio (Ca) se estabeleceram entre 6,4 e 8,7, caracterizando altos níveis (Tabela 1). Isso pode ser consequência do experimento se dar em um solo relativamente argiloso e devidamente calcarizado. O elemento cálcio é um fator químico, físico e biológico da fertilidade das terras, assim como fator químico-fisiológico da nutrição das plantas (CESAR, 2020), fundamental para a estruturação da planta, atuando na construção da sua parede celular, além de ser agente redutor de acidez, bem como potencialmente ativo para regredir a toxidez do alumínio.

Ainda na Tabela 1, têm-se os valores de fósforo (P), que atingiu níveis muito altos neste experimento. O fósforo participa de várias reações na planta, sendo essencial na sobrevivência e no metabolismo das mesmas, desempenhando papel importante na respiração e na fotossíntese, exercendo grande importância no processo de transferência de energia e crescimento, além de ser fonte energética para todos os processos metabólicos das plantas e componente estrutural dos ácidos nucleicos, coenzimas, moléculas de DNA e RNA (DA SILVA, 2017; GRANT et al., 2001; SARAIVA et al., 2011).

Nos diferentes sistemas avaliados, a análise química de solo não apresentou variações expressivas em seus componentes, caracterizando uma condição de fertilidade química similar.

Na Tabela 2, são apresentados os dados da análise física do solo realizada em três camadas de profundidade (0-5; 5-10 e 10-15 cm). Observou-se que na área onde foi utilizado o trigo Tarumã como cultura antecedente houve menor densidade do solo, maior porosidade total e maior espaço aéreo.

O trigo tarumã é uma gramínea que apresenta raiz fasciculada, isto é, com numerosas ramificações, as quais conseguem atingir na sua maioria uma profundidade de 25 cm, chegando algumas delas até um metro de profundidade (SILVA et al., 2011), contribuindo para que o solo possua atributos de melhor qualidade.

Atributo	Profundidade (cm)					
	0-5		5-10		10-15	
	Trigo	Mix	Trigo	Mix	Trigo	Mix
UG (%)	32.05	29.08	24.8	26.46	27.61	25.33
DS (g.cm⁻³)	1.16	1.44	1.2	1.56	1.36	1.61
UV (%)	37.18	41.88	29.76	41.28	37.55	40.78
PT (%)	60	50	59	46	53	45
EA (%)	22.82	8.12	29.24	4.72	15.45	4.22

Tabela 2. Resultados dos atributos de qualidade física do solo, umidade gravimétrica (UG, %), densidade (DS, g.cm⁻³), umidade volumétrica (UV, %), porosidade total (PT, %), espaço aéreo (EA), em diferentes profundidades em área de diferentes antecedentes culturais. Laboratório de Análises de Solos IRDeR/DEAg/UNIJUÍ. Augusto Pestana. Março/2019.

Os valores de densidade do solo nas camadas superiores variam entre 1,16 g cm⁻³ e 1,44 g cm⁻³ e segundo DIAS (2014), não existe consenso sobre o nível crítico da densidade de solo, ou seja, o valor acima do qual o solo é considerado compactado. A densidade do solo varia de acordo com as características do solo, sendo que para solos argilosos, quando a densidade do solo for de 1,25 a 1,35 g cm⁻³, o solo pode apresentar restrições ao crescimento radicular para culturas anuais. Já para SOUZA et al. (2005), o valor de 1,40 g cm⁻³ é aceito como limite crítico, que aumenta com o decréscimo do teor de argila do solo. Desta forma, ao analisar os resultados do experimento, evidenciamos que a área não apresenta restrições, provavelmente apresentando um equilíbrio desejável entre macro e microporos, responsáveis pela retenção de água e alocação de oxigênio. Essas características juntamente com bons níveis de espaço aéreo no solo proporcionam um adequado desenvolvimento radicular, fornecendo para a planta uma capacidade de sustentação a fim de suprir suas necessidades nutricionais bem como hídricas.

Ao observar os resultados apresentados na Tabela 3, referente ao desempenho da cultura do milho sobre os diferentes antecedentes culturais, observou-se que, em média, quando cultivado sobre o mix de culturas houve um maior peso da primeira, segunda e total de espigas apresentando um incremento de 14,33%. O que resultou em um acréscimo de 10.640 kg de biomassa por hectare passando de 43.120 kg ha⁻¹ quando cultivado sobre a cultura do trigo tarumã para 53.760 kg ha⁻¹ quando cultivado sobre o mix de culturas. Isso porque milho é uma cultura altamente dependente de nitrogênio (N), e o mix de culturas possui em sua composição a ervilhaca, uma leguminosa fixadora de N contribuindo para o seu melhor desempenho.

CULTURA ANTECESSORA	N PL	N EPL	P1ESP	P2ESP	PTESP	BV
Trigo Tarumã	3,6	2	0,206	0,051	0,257	43120
Mix de Culturas	4,0	2	0,246	0,054	0,300	53760
Média	3,8	2	0,226	0,052	0,279	48440

Tabela 3. Número de plantas por área (PL, m⁻¹), número de espigas por planta (NEPL), peso da primeira espiga (P1ESP, kg), peso da segunda espiga (P2ESP, kg), Peso total de espigas por planta (PTESP, kg) e biomassa verde (BV, kg ha⁻¹) de plantas de milho cultivadas sobre diferentes antecedentes culturais. Augusto Pestana. UNIJUÍ. Março/2019.

O nitrogênio é um macronutriente de grande importância na produção agrícola por exercer funções no metabolismo das plantas, promover o crescimento além de ser considerado um dos fatores mais relevantes para o aumento da produção (MARSCHNER, 2012), é responsável por características do porte da planta, tais como tamanho de folhas e colmo, que são fatores intrínsecos à produção de biomassa e valor nutritivo da planta (SILVA, 2017). Além disso, deve-se considerar o sistema solo e não apenas um de seus atributos isoladamente.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O antecedente cultural influenciou a qualidade físico química do solo e a produção de biomassa de milho silagem.

A área cultivada com o mix de culturas (nabo + aveia preta + ervilhaca) apresentou melhor desempenho químico do solo e maior produção de biomassa de milho silagem.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, A. W. de et al. **Plantas de cobertura e adubação nitrogenada na produção de milho em sistema de plantio direto**. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande, v. 17, n. 7, p. 721-726, jul. 2013. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662013000700005&lng=pt&nrm=iso. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000700005>.
- ALVAREZ R. et al. 2017. **Cover crop effects on soils and subsequent crops in the pampas: A meta-analysis**. Soil and Tillage Research 170: 53-65.
- BARROS, J.F.C.; CALADO, J.G. **A Cultura do Milho**. Universidade de Évora. Évora. 2014.
- CASALI, C. A. et al. **Benefícios do uso de plantas de cobertura de solo na ciclagem de fósforo**. Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água [recurso eletrônico]. Cap. 2, p. 23-33, 2016.
- CESAR, H. P. **Importância do cálcio na agricultura**. BRAZILIAN JOURNAL OF AGRICULTURE-Revista de Agricultura, v. 11, n. 5-6, p. 162-164, 2020.

CHAUHAN, Y.; SOLOMON, K.; RODRIGUEZ, D. **Characterization of north-eastern Australian environments using APSIM for increasing rainfed maize production.** Field Crop Research. 144, 245–255, 2013.

DA SILVA, A. S. et al. **Efeito da Adubação Verde na Qualidade Nutricional do Milho (*Zea mays* L.).** Revista Geama, v. 6, n. 1, p. 31-37, 2020.

DA SILVA, M. R.R.; IGNACIO, L. A. P.; DA SILVA, G. A. **Desenvolvimento de mudas de maracujá amarelo em função de diferentes doses fósforo reativo.** 2017.

DE SOUZA, R. et al. **Utilização de adubos químicos e adubos orgânicos.** Anuário de Produções Acadêmico-científicas dos discentes da Faculdade Araguaia, v. 7, n. 1, p. 34-40, 2018.

DIAS, P.P. **Variáveis Fenométricas e Rendimento de Grãos do Crambe Associado a Níveis de Compactação de um Latossolo Argiloso.** Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Janeiro de 2014. Dissertação de Mestrado.

DONEDA A et al. **Fitomassa e decomposição de resíduos de plantas de cobertura puras e consorciadas.** Revista Brasileira de Ciência do Solo 36: 1714-1723. 2012.

ENSINAS, S.C.; SERRA, A.P.; MARCHETTI, M.E.; SILVA, E.F. da; PRADO, E.A.F. do; ALTOMAR, P.H.; LOURENTE, E.R.P.; MARTINEZ, M.A.; POTRICH, D.C.; CONRAD, V. do A.; ROSA, C.B.C.J.; MATOS, F.A.; MIRANDA, R. de A.S. **Impact of above-ground dry matter residue from cover crops on fall-winter corn and spring-summer soybean yield under no-tillage system.** Australian Journal of Crop Science, v.9, p.1165-1172, 2015.

GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A. **Milho: do plantio à colheita.** Ed UFV, 351 p. 2015.

GRANT, C. A. et al. **A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta.** Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 95, p. 1-5, 2001.

LANDGRAF, M.D.; MESSIAS, R.A.; REZENDE, M.O.O. **A Importância Ambiental da Vermicompostagem: Vantagens e Aplicação.** São Carlos: Ed. Rima, 2005. 106p.

LEAL, A. José F.; LAZARINI, E.; RODRIGUES, L. R.; MARCANDALLI, L. H. **Adubação nitrogenada para milho com o uso de plantas de cobertura e modos de aplicação de calcário.** Rev. Bras. Ciênc. Solo [online]. 2013, vol.37, n.2, pp.491-501. ISSN 1806-9657. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832013000200020>.

LIMA, G.J.M.M. **Qualidade nutricional do milho: situação atual e perspectivas.** EMBRAPA. CAMPINAS. 2004.

Manual de Calagem e Adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Porto Alegre, SBCS. 376p, 2016.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 3 ed. London, Academic Press, 643 p., 2012.

MICHELON, C. J. et al. **Atributos do solo e produtividade do milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura de inverno.** Revista de Ciências Agroveterinárias, v. 18, n. 2, p. 230-239, 2019.

Milho: o produtor pergunta, a Embrapa responde / José Carlos Cruz ... [et al.], editores técnicos. –

Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**. 2011. 338 p.: il. ; 16 cm x 22 cm. – (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA (FAO). <http://blog.agropro.com.br/pesquisas-de-plantio-direto-padronizadas/>

REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J. **Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação**. In: CERRETA, C. A.; SILVA, L. S.; REICHERT, J. M. (Ed.). Tópicos em ciência do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. v.5. p.49-134.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. **How a corn plant develops**. Ames, Iowa State University of Science and Technology. Cooperative Extension Service, 1993. 21p.

RODRIGUES, M.; SILVEIRA, C. A. P.; VAHL, L. C. **Efeito da aplicação de calcário e subproduto da exploração de calcário sobre o ph, ca e mg do solo e na produção de massa seca do milho**. In: Embrapa Clima Temperado-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 3., 2017, Pelotas. Anais... Assis: Triunfal Gráfica e Editora, 2017. 455 p. Editado por Adilson Luis Banberg, Carlos Augusto Posser Silveira, Éder de Souza Martins, Magda Bergmann, Rosane Martinazzo e Suzi Huff Theodoro., 2017.

SAATH, K. C. de O.; FACHINELLO, A. L. **Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil**. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 56, n. 2, p. 195-212, 2018.

SANTIGO, A.D.; ROSSETTO, R. **Adubação Orgânica**. Disponível em: < http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-deacucar/arvore/CONTAG01_37_711200516717.html>.

SANTOS, H. P. dos et al. **Desempenho agrônômico de trigo cultivado para grãos e duplo propósito em sistemas de integração lavoura-pecuária**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 46, n. 10, p. 1206-1213, 2011.

SARAIVA, K. R. et al. **Produção de mudas de mamoeiro sob doses de adubação fosfatada utilizando como fonte superfosfato simples**. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, Fortaleza, v. 5, n. 4, p. 376-383, 2011.

SCHAEFER, P. E. et al. **Inoculação com *Azospirillum brasilense* em milho na integração lavoura-pecuária e a relação com as doses de nitrogênio e umidade do solo e ph s em solução**. 2016.

SEDIYAMA, M.A.N., SANTOS, I.C., LIMA, P.C. **Cultivo de hortaliças no sistema orgânico**. Revista Ceres, Viçosa, v.61, Suplemento, p. 829-837, nov/dez, 2014.

SILVA, E. M. B.; ANICÉSIO, E. C. A.; SILVA, F. C. M.; DOURADO, L. G. A.; AGUERO, N. F. **Compactação do solo na cultura do trigo em latossolo do cerrado**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer – Goiânia, vol.7, N.12; 2011. p.2.

SILVA, O. P. R. da et al. **Produção e qualidade de inhame (*Dioscorea* sp) em função de doses de nitrogênio e potássio**. 2017.

Silveira P.M; Stone L.F; (2003). **Sistemas de preparo do solo e rotação de culturas na produtividade de milho, soja e trigo**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.7, n.2, p.240-244, Campina Grande, PB, DEAg/UFCG.

SOUZA, E. D.; CARNEIRO, M. A. C.; PAULINO, H. B. **Atributos físicos de um neossolo quartzarênico e um latossolo vermelho sob diferentes sistemas de manejo**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.40, n.11, p. 1135-1139, 2005.

TEDESCO, M.J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos/UFRGS, 1995. 174p.

VALENTINI, A.; BONETTO, L. R.; VARGAS, J. **Vantagens e Desvantagens de Fertilização Orgânica e Inorgânica: uma visão geral**. V MOSTRA IFTEC CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Rio Grande Do Sul. n. 5, 2016.

WOLSCHICK, N. H. et al. **Cobertura do solo, produção de biomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura**. Revista de Ciências Agroveterinárias, v. 15, n. 2, p. 134-143, 2016.

ZIECH A.R.D. et al. 2015. **Proteção do solo por plantas de cobertura de ciclo hibernar na região Sul do Brasil**. Pesquisa Agropecuária Brasileira 50: 374-382.

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DO SOLO A PENETRAÇÃO SOB MATA NATIVA EM UM LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO NO ESTADO DO PIAUÍ

Data de aceite: 11/09/2020

Data de submissão: 05/06/2020

Paulo Henrique Dalto

Instituto Federal de Educação, Ciências e
tecnologia do Piauí – IFPI,
Uruçuí – PI.
<http://lattes.cnpq.br/0567340651428939>

Lucas da Rocha Franco

Instituto Federal de Educação, Ciências e
Tecnologia do Piauí – IFPI,
Uruçuí – PI.
<http://lattes.cnpq.br/8653860447499506>

Hygor Martins Barreira

Universidade Federal do Piauí - UFPI,
Teresina – PI.
<http://lattes.cnpq.br/7158722639744098>

Cristovam Alves de Lima Júnior

Instituto Federal de Educação, Ciências e
Tecnologia Baiano – IFBaino,
Itaberaba – BA.
<http://lattes.cnpq.br/7416458496019987>

RESUMO: O bioma Cerrado, conhecido por sua importância na produção de grãos, e grande diversidade de formas e aspectos de sua vegetação vem sendo considerada a última fronteira agrícola do Brasil. Seus solos apresentam condições favoráveis para a agricultura e vem sendo gradativamente explorados para tal, a resistência à penetração do solo é a um atributo físico que exerce grande influência no crescimento das raízes das plantas

e conseqüentemente no desenvolvimento vegetal, podendo ser influenciada tanto pelas características pedológicas naturais do solo como pelas técnicas de manejo, afetando assim na produtividade das culturas agrícolas, podendo assim ser utilizado como indicador de qualidade do solo. O experimento foi instalado em janeiro do ano de 2014 em delineamento em inteiramente ao acaso com 6 repetições e 5 profundidades divididas em: 0-5 cm; 5-10 cm; 10-20 cm; 20-30 cm; 30-40 cm; 40 a 50 cm; e 50-60 cm. A resistência do solo à penetração foi determinada usando o método de STOLF com penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar com ângulo de cone 300, os resultados foram expressos em Mega Pascal (MPa). Os resultados foram submetidos à análise de variância e para comparações de médias utilizou-se o teste de Scott-Knott a 5% de significância. As camadas superficiais do solo apresentaram menor resistência a penetração, houve um aumento dessa resistência conforme aprofunda-se o solo o perfil do solo. A resistência à penetração indica sinais claros de impedimento do crescimento radicular.

PALAVRAS-CHAVE: Cerrado, profundidade, crescimento radicular.

EVALUATION OF SOIL RESISTANCE TO PENETRATION UNDER NATURAL FOREST IN A DISTRHOPHIC YELLOW SOIL IN THE STATE OF PIAUÍ

ABSTRACT: The Cerrado biome, known for its importance in grain production, and the great diversity of shapes and aspects of its vegetation has been considered the last agricultural region in

Brazil. Its soils present favorable conditions for agriculture and have been gradually explored for that purpose, resistance to soil penetration is a physical attribute that exerts great influence on the growth of plant roots and consequently on plant development, which can be affected by both the characteristics natural soil pedologies such as management techniques, affecting agricultural crops, and can be used as an indicator of soil quality. The experiment was installed in January 2014 in the open design when opening with 6 repetitions and 5 depths divided into: 0-5 cm; 5-10 cm; 10-20 cm; 20-30 cm; 30-40 cm; 40 to 50 cm; and 50-60 cm. The soil resistance to penetration was determined using the STOLF method with the IAA / Planalsucar impact model with cone angle 300, the results were expressed in Mega Pascal (MPa). The results were analyzed by analysis of variance and media comparisons or Scott-Knott test with 5% significance. As superficial layers of soil showed less resistance to penetration, there was an increase in this resistance as it deepens or soil or soil profile. Resistance to penetration indicates clear signs of root growth impediment.

KEYWORDS: Cerrado, depth, root growth.

1 | INTRODUÇÃO

As características físicas do solo fazem parte do sistema produtivo, sendo considerados de extrema importância. Características como porosidade, agregação, resistência à penetração e densidade em que o solo se encontra durante a fase de desenvolvimento ou implantação de culturas agrícolas, influenciam significativamente a produção agrícola (TORMENA et al., 1998; SANTOS et al., 2008).

Estudos que envolvem a qualidade física de um determinado solo, não avaliam por si só apenas um atributo como indicador de qualidade, mas a relação entre eles. Oyedele et al. (2009), relata que a resistência do solo à penetração (R_p) é o indicador mais comum de qualidade física, pois seus atributos apontam a capacidade de suporte do solo no crescimento radicular e na produtividade das culturas (SILVA et al., 2003; OYEDELE et al., 2009), ou seja, quanto maior a resistência do solo à penetração menor o desenvolvimento das raízes (MAGALHÃES et al., 2001; BARTOLLI et al., 1992).

Um solo com uma boa qualidade física proporciona um ambiente de sustentação mecânica à planta, favorecendo o desenvolvimento adequado para sua raiz e condições favoráveis de absorção e assimilação de água, ar e nutrientes (OLIVEIRA et al., 2017). O conhecimento da qualidade física de um solo contribuir na escolha de melhores estratégias de manejo sustentável (SCHAFFRATH et al., 2008; SANTOS et al., 2011).

Os pesquisadores Bottega et al. (2011) afirmam que a qualidade física do solo, exerce influência direta sobre a produtividade da lavoura, portanto considera indiscutível dedicar atenção aos indicadores físicos da qualidade do solo. As determinações e avaliações geralmente são mais comuns e disseminadas para identificar camadas com compactação no solo (LANZANOVA et al., 2007), mensurando efeito direto da desestruturação e desagregação do solo (MAGALHÃES et al., 2001).

Desta forma objetivou-se com esse trabalho avaliar a influência da profundidade, na

resistência mecânica do solo a penetração em um Latossolo Amarelo distrófico no Cerrado Piauiense sob vegetação nativa.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em janeiro de 2014 na Fazenda Chapada do Céu localizada no município de Sebastião Leal - PI (07°40'44" S, 44°04'16" O), a 445 metros acima do nível do mar (Figura 1). O clima é Aw de acordo com a Köppen e Geiger, a temperatura média de 26 °C e 1006 mm de pluviosidade média anual (CLIMATE-DATA, 2014). O solo é classificado como Latossolo Amarelo Distrófico Típico (SCHOSSLER et al., 2013).



Figura 1. Localização da Fazenda Chapada do Céu.

Fonte: Google Earth.

A mata nativa da região está sob o domínio do bioma cerrado, caracterizado como sistema que não sofreu intervenção humana.

As coletas foram realizadas no mês de janeiro de 2014, onde adentrou-se 50 (cinquenta) metros para a retirada de 5 (cinco) amostras a um espaçamento de 0,3 metros uma da outra em linha reta, indo-se 3 (três) metros para a esquerda e repetindo-se o procedimento). As coletas de dados foram realizadas nas profundidades: 0 a 5 cm; 5 a 10 cm; 10 a 20 cm; 20 a 30 cm; 30 a 40 cm; 40 a 50 cm; e 50 a 60 cm.

A resistência mecânica do solo à penetração foi determinada usando o método de STOLF com penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar com ângulo de cone de 300. A transformação da penetração da haste do aparelho no solo (cm/impacto) em resistência à penetração foi obtida pela equação abaixo:

$$R = \frac{Mg + mg + \left(\frac{M}{M+m} * \frac{Mg * h}{x} \right)}{A}$$

sendo:

R= é a resistência do solo à penetração em kgf cm⁻² (kgf cm⁻² * 0,098 = MPa);

M= a massa do êmbolo, 4 kg (Mg – 4 kgf); m a massa do aparelho sem êmbolo, 3,2 kg (mg – 3,2 kgf);

H= a altura de queda do êmbolo, 40 cm;

X= a penetração da haste do aparelho, cm/impacto;

A= a área do cone, 1,29 cm².

As análises granulométricas foram realizadas pelo método da dispersão total segundo EMBRAPA (2011) (Tabela 1).

Sistema de Manejo	Profundidade	Argila (g.kg ⁻¹)	Areia (g.kg ⁻¹)	Densidade do solo (g.cm ⁻³)
Mata Nativa	0,0-40 cm	15,16	73,55	1,35

Tabela 1. Teores de argila, areia e densidade do solo em um Latossolo Amarelo Distrófico no cerrado piauiense.

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado com 6 (seis) profundidades: 0 a 5 cm; 5 a 10 cm; 10 a 20 cm; 20 a 30 cm; 30 a 40 cm; 40 a 60 cm e 5 (cinco) repetições. A análise de variância foi utilizada para avaliar a ocorrência de diferença significativa e o teste de Scott-Knott foi utilizado para avaliar as diferenças entre as médias em um nível de significância de 5 %. A análise estatística foi realizada utilizando-se o software estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 1998).

3 I RESULTADO E DISCUSSÕES

Os resultados sumarizados na Tabela 2 demonstram que existe uma tendência do aumento da resistência à penetração do solo até a camada de 30 a 40 cm, corroborando com os dados observados no trabalho de Wendling, et al. (2012) que a avaliou a resistência nas camadas de 0 a 40 cm de profundidade de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico.

Não houve diferença significativa da resistência à penetração do solo nas camadas superficiais (0 a 5, e 5 a 10 cm), valores superiores foram encontrados por Silva (2019), que encontrou 1,32 MPa de Rp e, um Latossolo Vermelho Distrófico. Isso pode ser explicado devido à mata nativa proporcionar cobertura do solo que favorece preservação da umidade do solo, reduzindo a evaporação (GOMES et al., 2015). Segundo Ribon e Tavares Filho (2004), a umidade do solo exerce influência direta sob a resistência a penetração de um solo, tendendo a reduzir a força da resistência (IMHOFF et al., 2000).

Profundidade (cm)	Resistencia do solo a penetração (MPa)	
0 a 5	0,77 ± 0,20	<i>D</i>
5 a 10	1,27 ± 0,16	<i>D</i>
10 a 20	2,30 ± 0,44	<i>C</i>
20 a 30	3,94 ± 0,84	<i>B</i>
30 a 40	5,20 ± 0,39	<i>A</i>
40 a 50	4,44 ± 0,47	<i>B</i>
50 a 60	4,10 ± 0,26	<i>B</i>
C.V.(%)	15,87	

Tabela 2. Resistência do solo a penetração (RP) sob mata nativa do bioma Cerrado em diferentes profundidades (cm), expressos em média ± desvio padrão. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knoot a 5% de probabilidade.

Os valores a resistência a penetração do solo encontrados neste trabalho foram superiores aos encontrados por Araújo et al. (2007) em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico sob vegetação de Cerrado, encontrando os valores variando e 0,19 MPa a 0,32 MPa.

Houve ocorrência dos maiores valores de Rp na camada de 30 a 40 cm de profundidade do solo, diferindo dos resultados encontrados por Silva (2019), que estudou um Latossolo Vermelho Distrófico no Bioma Cerrado, encontrando os maiores valores na cama de 20 a 30 cm de profundidade. Em sua pesquisa Ibiapina et al. (2014), estudaram a resistência a penetração em Latossolo Amarelo distrófico, encontrou ou maiores valores próximo aos 30 cm de profundidade. As camadas mais profundas 40 a 50, 50 a 60 cm, não diferiu estatisticamente da camada de 20 a 30 cm, verificando-se redução dos valores de Rp em profundidade, o mesmo comportamento foi encontrado por Imhoff et al. (2000).

A resistência à penetração do solo expressos na Figura 2, demonstram que existe aumento da Rp a partir de 20 cm de profundidade, atingindo seus maiores valores, na camada de 30 a 40 cm, Comportamento semelhante foi verificado por Souza et al. (2020). Após 40 cm de profundidade a uma redução nos valores de Rp, nas camadas de 40 a 50 e 50 a 60 cm.



Figura 2. Resistência do solo a penetração (Rp) sob mata nativa do bioma Cerrado em diferentes profundidades (cm).

Gregory et al. (1978) relataram que o sistema radicular das plantas fica concentrado boa parte até 40 cm de profundidade, cuja mesma é a profundidade efetiva de extração de água (PARKER et al., 1989; REID et al., 1984).

Analisando a Figura 2, é possível observar que partir da camada de 10 cm de profundidade, a valores elevados de a resistência do solo a penetração.

Os pesquisadores Grant e Lanfond (1993), defende que os valores restritivos ao crescimento radicular de plantas variam de 1,5 a 3,0 MPa, já Arshad et al. (1996), Afzalinea e Zabihi (2014) e Otto et al. (2006), defendem que valores acima 2,0 MPa, limitam o crescimento radicular da maioria das culturas. É possível afirmar que abaixo dos 20 cm de profundidade encontra-se restrição para o desenvolvimento radicular.

Diante da situação expressa no presente trabalho, à necessidade de executar algum manejo para diminuir a resistência do solo a penetração a partir de 20 cm de profundidade, com intuito de proporcionar sustentação mecânica à planta, favorecendo o desenvolvimento adequado para sua raiz (OLIVEIRA et al., 2017).

Estratégias de manejo para minimizar os efeitos e/ou evitar o agravamento da alta resistência a penetração do solo, são citadas por Cherubin et al. (2011) como a introdução

de plantas recuperadoras do solo, evitar o tráfego de máquinas e equipamentos na lavoura, realizar escarificação mecânica em pontos onde a altos valores de resistência a penetração.

4 | CONCLUSÃO

Existe uma tendência do aumento da resistência à penetração do solo até a cama de 30 a 40 cm de profundidade de um Latossolo Amarelo Distrófico Típico sob vegetação nativa do bioma.

Ao converter as áreas nativas para áreas agricultáveis existe uma necessidade de executar algum manejo para redução da resistência à penetração do solo na região estudada por este trabalho.

REFERÊNCIAS

AFZALINIA, S.; ABIHI, J. **Soil compaction variation during corn growing season under conservation tillage**. Soil and Tillage Research, v. 137, n. 1, p. 1-6, 2014.

ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J.; LACERDA, M. P. C. **Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo**. Revista Brasileira de Ciência do solo, v. 31, n. 5, p. 1099-1108, 2007.

ARSHAD, M.A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, R. **Physical test for monitoring soil quality**. In: DORAN, J.W. & JONES, A.J., eds. Methods for assessing soil quality. Madison, Soil Science Society of America, 1996. p.123-141.

BARTOLI, F.; BURTIN, G.; GUÉRIF, J. **Influence of organic matter on aggregation in Oxisols rich in gibbsite or in goethite**. II. Clay dispersion, aggregate strength and water-stability. *Geoderma*, 54:259-274, 1992.

BOTTEGA, E. L.; BOTTEGA, S. P.; SILVA, S. A.; DE QUEIROZ, D. M.; DE SOUZA, C. M. A.; RAFULL, L. Z. L. **Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração em um Latossolo Vermelho distroférico**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.6, n.2, p.331-336, 2011.

CHERUBIN, M. R.; SANTI, A. L.; BASSO, C. J.; EITELWEIN, M. T.; VIAN, A. L. **Variabilidade da resistência a penetração do solo em função da dimensão da malha amostral**. Revista Plantio Direto-Setembro/Outubro de, p. 5, 2011.

CLIMATE-DATA, disponível em <<http://pt.climate-data.org/>>. Acesso em: 30 nov. 2014.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p 230, 2011.

FERREIRA, D. F. **Sisvar - sistema de análise de variância para dados balanceados**. Lavras: Universidade Federal Lavras, Lavras-MG 19 p, 1998.

GOMES, R. L. R.; DA SILVA, M. C.; DA COSTA, F. R.; DE LIMA JUNIOR, A. F.; DE OLIVEIRA, I. P.; & DA SILVA, D. B. **Propriedades físicas e teor de matéria orgânica do solo sob diferentes coberturas vegetais**. Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos, v. 9, n. 1, 2015.

GRANT, C.A.; LAFOND, G.P. **The effects of tillage systems and crop sequences on soil bulk density and penetration resistance on a clay soil in Southern Saskatchewan.** Canadian Journal Soil Science, Ottawa, v.73, n.2, p.223-232, 1993.

GREGORY, P.J.; MCGOWAN, M.; BISCOE, P.V. Water relations of winter wheat. II. **Soil water relations.** Journal of Agricultural Science, Cambribge. v. 91 p. 103-116, 1978.

IBIAPINA, T. V. B.; SALVIANO, A. A. C.; NUNES, L. A. P. L.; MOUSINHO, F. E. P.; DE LIMA, M. G.; DOS SANTOS SOARES, L. M. **Resistência à penetração e agregação de um Latossolo Amarelo sob monocultivo de soja e de eucalipto no cerrado do Piauí.** Científica, v. 42, n. 4, p. 411-418, 2014.

IMHOFF, S.; SILVA, A.P. & DEXTER, A.R. **Factors contributing to the tensile strength and friability of Oxisols.** Soil Science Society of America Journal. Am. J., 66:1656-1661, 2002.

LANZANOVA, M. E.; NICOLOSO, R. S.; LOVATO, T.; ELTZ, F. L. F.; AMADO, T. J. C.; REINERT, D. J. **Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto.** Revista Brasileira de Ciência do solo, v.31 n.5, p.1131-1140, 2007.

MAGALHÃES, R. T; KLIEMANN, H. J.; OLIVEIRA, I. P. **Evolução das propriedades físicas de solos submetidos ao manejo do sistema barreirão.** Pesquisa Agropecuária Tropical, 31(1), 7-13, 2001.

OLIVEIRA, B. D. S.; DE CARVALHO, M. A. C.; LANGE, A.; WRUCK, F. J.; DALLACORT, R.; DA SILVA, V. P.; BAREA, M. **Physical attributes of soil in system integration crop-livestock-forest, the Amazon region.** Revista Espacios, v.38 n.41, p.8, 2017.

OTTO, R.; SILVA, A. D.; FRANCO, H. C. J.; OLIVEIRA, E. D.; & TRIVELIN, P. C. O. **High soil penetration resistance reduces sugarcane root system development.** Soil and tillage research, v. 117, p. 201-210, 2011.

OYEDELE, D. J.; AWOTOYE, O. O.; POPOOLA, S. E. **Soil physical and chemical properties under continuous maize cultivation as influenced by hedgerow trees species on an alfisol in South Western Nigeria.** African Journal of Agricultural Research, v.4(7), p.736-739, 2009.

PARKER, C.J.; CARR, M.K.V.; JARVIS, N.J.; EVANS, M. T. B.; LEE, V. H. **Effects of subsoil loosening and irrigation on soil physical properties, root distribution and water uptake of potatoes (*Solanum tuberosum*).** Soil and Tilage Research. v. 13, p. 267-285, 1989.

REID.J.B.; HASHIM, O.; GALLAGHER, J. N. **Relations between available and extractable soil water and evapotranspiration from a bean crop.** Agricultural Water Management, Amsterdam, v. 9, p. 193-209, 1984.

RIBON, A. A.; TAVARES FILHO, J. **Models for the estimation of the physical quality of a Yellow Red Latosol (Oxisol) under pasture.** Brazilian Archives of Biology and Technology, Londrina, v.47, n.1, p.25-31, 2004.

SANTOS, G. G.; MARCHÃO, R. L.; SILVA, E. M. D.; SILVEIRA, P. M. D.; & BECQUER, T. **Qualidade física do solo sob sistemas de integração lavoura-pecuária.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 46, n. 10, p. 1339-1348, 2011.

SANTOS, G. G.; SILVEIRA, P. M.; MARCHÃO, R. L.; BECQUER, T.; BALBINO, L. C. **Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um latossolo vermelho do Cerrado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.43, p.115-122, 2008.

SCHAFFRATH, V. R.; TORMENA, C. A.; FIDALSKI, J.; ANDRADE GONÇALVES, A. C. **Variabilidade e correlação espacial de propriedades físicas de solo sob plantio direto e preparo convencional**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 1369-1377, 2008.

SCHOSSLER, T. R.; DOS SANTOS, I. L.; DE ALENCAR, V. S.; SANTOS, G. G.; ANDRADE, F. R.; MARCHÃO, R. L. **Estabilidade e atributos físicos de latossolo amarelo sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado piauiense**. Embrapa Cerrados-Artigo em anais de congresso (ALICE). Congresso Brasileiro De Ciência Do Solo, 34., 2013, Florianópolis. Ciência do solo: para quê e para quem: anais. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013., 2014.

SOUZA, M. C.; OLIVEIRA, F. P.; SILVA, J. A.; MARTINS, A. F. DA SILVA, P. L. F. **Spatial variability of resistance to enetration in soil under sugarcane crops with different harvest methods**. Revista Caatinga, Mossoró, v. 33, n. 2, p. 480– 489, abr. - jun., 2020.

SILVA, V. R. **Atributos físicos e relações com matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo na região do cerrado**. 2019, pg. 0-70. Dissertação (Mestrado na área de concentração de solos)- Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

SILVA, E. A. A.; URIBE-OPAZO, M. A.; ROCHA, J. V.; SOUZA, E. G. **Um Estimador robusto e o semivariograma cruzado na análise de variabilidade espacial de atributos do solo e planta**. Acta Scientiarum, Maringá, v. 25, n. 2, p. 365-371, 2003.

TORMENA, C.A.; SILVA, A.P. da; LIBARDI, P.L. **Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo roxo sob plantio direto**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.22, p.573-581, 1998.

WENDLING, B.; VINHAL-FREITAS, I. C.; DE OLIVEIRA, R. C.; BABATA, M. M.; BORGES, E. N. **Densidade, agregação e porosidade do solo em áreas de conversão do cerrado em floresta de pinus, pastagem e plantio direto**. Bioscience Journal, v. 28, n. 1, 2012.

CAPÍTULO 4

MEIOS DE CULTURA ALTERNATIVOS NA PROPAGAÇÃO *IN VITRO* DE *Cattleya walkeriana*: ORQUÍDEA EM RISCO DE EXTINÇÃO

Data de aceite: 11/09/2020

Data de submissão: 04/08/2020

Michele Cagnin Vicente

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ
<http://lattes.cnpq.br/9575538835020440>

João Sebastião de Paula Araujo

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ
<http://lattes.cnpq.br/4668715535047425>

Tarcisio Rangel do Couto

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ
<http://lattes.cnpq.br/1513281634608183>

Leandro Miranda de Almeida

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ
<http://lattes.cnpq.br/2267975119569427>

João Paulo de Lima Aguiar

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ
<http://lattes.cnpq.br/1521030915916542>

Fernanda Balbino Garcia dos Santos

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ
<http://lattes.cnpq.br/2190626556616333>

RESUMO: No cultivo *in vitro* o meio de cultura tem grande influência no desenvolvimento vegetal, pois é responsável por fornecer as condições ideais de nutrição e as características

físico-químicas adequadas para o seu desenvolvimento. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento de protocormos de *Cattleya walkeriana* subcultivados em dois meios de cultura alternativos, sendo estes os meios de cultura à base do Fertilizante Kristalon™ Laranja e o B&G Orchidées®. Os protocormos de *C. walkeriana* foram subcultivados durante 240 dias em sistema de propagação *in vitro* e em seguida aclimatizados em estufa climatizada, permanecendo durante 120 dias. Tanto na etapa *in vitro* quanto na etapa *ex vitro*, com exceção ao parâmetro comprimento da maior raiz, a análise de variância mostrou resultado significativo para todas as variáveis analisadas, e posteriormente, o teste de média aplicado demonstrou que as médias do tratamento BG se mostraram superiores às dos tratamentos KL, para todos esses parâmetros. Concluiu-se que o meio de cultura B&G Orchidées® apresentou maior eficiência no cultivo *in vitro*, sob as condições deste experimento.

PALAVRAS-CHAVE: Orchidaceae, micropropagação, aclimatização.

ALTERNATIVE CULTURE MEDIA IN THE *IN VITRO* PROPAGATION OF *Cattleya walkeriana*: ORCHID AT RISK OF EXTINCTION

ABSTRACT: *In vitro* cultivation, the culture medium has a great influence on plant development, as it is responsible for providing the ideal nutrition conditions and the appropriate physical-chemical characteristics for its development. The objective of this work was to evaluate the development of *Cattleya walkeriana*

protocorms subcultured in two alternative culture media, which are the culture media based on Fertilizer Kristalon™ Orange and B&G Orchidées®. The protocorms of *C. walkeriana* were subcultured for 240 days in an *in vitro* propagation system and then acclimatized in a climatized greenhouse, remaining for 120 days. Both in the *in vitro* and *ex vitro* stages, with the exception of the length of the largest root parameter, the analysis of variance showed a significant result for all the variables analyzed, and subsequently, the mean test applied demonstrated that the BG treatment means were shown higher than KL treatments, for all these parameters. It was concluded that the B&G Orchidées® culture medium showed greater efficiency in *in vitro* culture, under the conditions of this experiment.

KEYWORDS: Orchidaceae, micropropagation, acclimatization.

1 | INTRODUÇÃO

Cattleya walkeriana Gardner é uma orquídea endêmica do Brasil, representando umas das espécies ameaçadas de extinção na natureza (CNCFLORA, 2012). O elevado valor ornamental da espécie a torna alvo de coletas irregulares, o que aliado à redução de seu habitat e conseqüentemente de seus hospedeiros, contribui para a redução das populações naturais (FRANCESCHI et al., 2019; MENEZES, 2011).

Deste modo, a propagação de orquídeas *in vitro* tem sido uma alternativa valiosa e eficiente ferramenta para a produção deste grupo de plantas, contribuindo para aumento da produção de mudas, reduzindo seu custo e contribuindo para salvar muitas espécies de orquídeas da extinção (BEZERRA et al., 2019; WINHELMANN et al., 2019). Entretanto, não existe um meio de cultura único que seja ideal para o balanço nutricional de diferentes espécies de orquídeas cultivadas *in vitro*, uma vez que cada espécie possui distintas exigências nutricionais (FERREIRA et al., 2016; FREITAS et al., 2014).

Devido à falta de informações em relação à nutrição dessas plantas, os orquicultores empregam meios de cultivo complexos, com diversos nutrientes e componentes, como carvão ativado, sacarose, vitaminas, fitoreguladores, entre outros, onerando os custos de propagação (COUTO et al., 2020; SCHNEIDER et al., 2014).

No cultivo *in vitro* os meios de cultura desempenham importante função, fornecendo as condições necessárias ao crescimento e desenvolvimento das plantas, servindo de suporte físico para as mesmas e também proporcionar os nutrientes necessários ao seu desenvolvimento (SCHNEIDER et al., 2014).

Dentre os meios tradicionais e mundialmente utilizados na propagação *in vitro* de espécies de orquídeas destacam-se os meios Knudson C (KNUDSON, 1946), meio MS (MURASHIGE e SKOOG, 1962) e o meio Vacin e Went (VACIN e WENT, 1949) (FRANCESCHI et al., 2019; FERREIRA et al., 2016).

O meio de Knudson (1946) desenvolvido para semeadura *in vitro* de orquídeas, ainda é bastante utilizado na propagação *in vitro*, contudo o meio MS desenvolvido por Murashige e Skoog (1962), a princípio desenvolvido para cultura de tecidos de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), contribuiu significativamente para o sucesso da produção *in vitro* de muitas

espécies vegetais, sendo inclusive até os dias atuais o mais amplamente utilizado, embora seja um meio com alto conteúdo de sais (COUTO et al., 2020; MENEZES et al., 2015; FREITAS et al., 2014). Entretanto, esses meios apresentam custo significativamente alto, tanto na aquisição da formulação e no produto elaborado, pois são importados e no caso do meio Murashige e Skoog (1962), além de demandar complexidade para elaboração é necessário a utilização de compostos como nitrato de amônia e de potássio, cuja aquisição é controlada pelo Ministério da Defesa, conforme consta no Decreto Federal nº 3665, de 20 de novembro de 2000 (BRASIL, 2000).

Desta forma, o uso de meios de cultura que substituem os meios tradicionais é uma técnica cada vez mais pesquisada, estes meios vêm se mostrando viáveis e, por vezes, mais eficientes no crescimento e no desenvolvimento de várias espécies vegetais, sobretudo de orquídeas (SCHNEIDER et al., 2014). Além disso, apresentam simplicidade na elaboração e geralmente são de fácil aquisição nos mercados locais, assim, possibilitam a redução no custo final de produção (COUTO et al., 2020; SILVA et al., 2016; FREITAS et al., 2014). Como exemplo o meio de cultura suprimento B&G Orchidées®, este foi desenvolvido especificamente para o cultivo *in vitro* dos principais gêneros e híbridos comerciais de orquídeas, é um produto nacional e produzido pela empresa B&G Flores, sendo de fácil aquisição e fácil preparo, pois os saches para o preparo de 1L de meio de cultura possui na sua composição macro e micronutrientes, sacarose e carvão ativado, sendo necessário acrescentar apenas o ágar-ágar (no caso de meios semissólido ou sólido) e a água destilada (B&G FLORES, 2020).

O meio Kristalon™ Laranja vem sendo amplamente utilizado no preparo de meios de cultura alternativos, sendo produzido pela empresa Yara, trata-se de um fertilizante (NPK) da linha de sólidos solúveis desenvolvidos especialmente para uso em fertirrigação e hidroponia para diferentes espécies vegetais (YARA BRASIL, 2020), que quando utilizado no preparo de meios de cultura atua como fonte de macro e micronutrientes para as plantas, sendo necessário o acréscimo de sacarose, carvão ativado, ágar-ágar (no caso de meios semissólido ou sólido) e água destilada.

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento *in vitro* de protocormos de *Cattleya walkeriana* cultivadas em dois meios de cultura alternativos.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

As diferentes etapas do experimento foram realizadas no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais (LCTV), no Departamento de Fitotecnia, Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ.

Protocormos de *Cattleya walkeriana* apresentando comprimento médio de 1,0 cm, foram subcultivados em meio de cultura alternativo à base do Fertilizante Kristalon™ Laranja (6-12-36) (3 g.L⁻¹) - KL e no meio de cultura suprimento B&G Orchidées® – BG. O meio KL

foi suplementado com 2 g.L⁻¹ de carvão ativado (Vetec®), 40 g.L⁻¹ de sacarose (Isofar®) e 7,5 g.L⁻¹ de ágar (Isofar®) e no meio BG, com sacarose (40 g.L⁻¹) e carvão ativado (2 g.L⁻¹), sendo acrescentado 7,5 g.L⁻¹ de ágar. Os dois meios tiveram o pH ajustado para 5,8 ± 0,1 antes da adição do ágar. Por fim, foram colocados em aparelho micro-ondas até a terceira fervura, quando então se transferiu cerca de 30 mL de cada meio para frascos de 268 mL que, posteriormente, foram esterilizados em autoclave a 121°C, a 1,1 atm., durante 15 min.

Os protocormos foram subcultivados em câmara de fluxo laminar, os frascos foram fechados com tampa plástica e suas bordas protegidas com filme PVC, em seguida foram transferidos para sala de crescimento e mantidos sob temperatura média de 25,6°C, umidade relativa do ar média de 30.1%, fotoperíodo de 16 horas e intensidade luminosa de aproximadamente 3.000 lux (Luxímetro Digital marca Icel modelo Ld 510) durante 240 dias, quando foi realizada a coleta das plântulas para avaliações. Os parâmetros avaliados foram: massa fresca total (MFT), número de folhas (NF), comprimento da maior folha (CMF), número de raiz (NR), comprimento da maior raiz (CMR) e pH dos meios de cultura após o subcultivo das plântulas (pH_{final}).

Para avaliação do MFT foi utilizada balança eletrônica digital de precisão da marca Bioprecisa modelo FA2104N com quatro casas decimais, a avaliação do CMF e do CMR foram realizadas manualmente com uso de régua graduada em milímetros, a avaliação do NF e NR foram realizadas manualmente por contagem, sendo as avaliações realizadas planta por planta, obtendo-se a média de 04 plantas/frasco (repetição). Para aferição do pH_{final} dos meios de cultura a metodologia foi adaptada da Embrapa (1997), a aferição foi feita em água (1: 2,5 v/v), onde o meio de cultura foi homogeneizado com auxílio de bastão de vidro, em seguida 10 mL do meio homogeneizado foi transferido para copo descartável com volume de 150 mL, em seguida transferiu-se 25 mL de água destilada deionizada, agitou-se com bastão de vidro, lavando-se ao passar de uma amostra para outra. Deixou-se em repouso por 1 h e em seguida agitou-se novamente com auxílio de bastão de vidro, sendo realizada a aferição de pH com uso de eletrodo combinado imerso em suspensão, a leitura foi realizada em temperatura ambiente de aproximadamente 25°C.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com dois tratamentos e 12 repetições, sendo considerado cada frasco uma repetição, contendo 04 protocormos/frasco, totalizando ao final 96 plântulas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias ao teste estatístico de Tukey, com intervalo de confiança de 1%, com auxílio do *software* SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014).

Ao término das avaliações biométricas as plântulas obtidas *in vitro* foram transplantadas para bandejas de polipropileno, com seis células cada, totalizando dezesseis bandejas (oito bandejas por tratamento), o substrato utilizado foi o *Sphagnum* spp, e levadas para estufa climatizada. O sistema de irrigação utilizado foi do tipo nebulização intermitente, sendo controlado automaticamente através do controlador e indicador digital de umidade e temperatura Full gauge modelo MT-530 *super*. A temperatura média na estufa

foi de 28°C e a umidade relativa do ar (UR) mantida entre 70-80%.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com oito repetições, sendo considerada uma bandeja de polipropileno contendo seis células, com uma planta cada, uma repetição, totalizando assim 96 plantas. As plantas permaneceram na estufa climatizada por 120 dias em condições *ex vitro*, quando então se avaliou as variáveis percentual de sobrevivência (SB), massa fresca total (MFT), número de folhas (NF), comprimento da maior folha (CMF), número de raiz (NR) e comprimento da maior raiz (CMR). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias ao teste estatístico de Tukey, com intervalo de confiança de 1%, com auxílio do *software* SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com exceção a variável comprimento da maior raiz (CMR) a análise de variância revelou resultado significativo para todos os parâmetros avaliados, e posteriormente, o teste de média aplicado demonstrou que as médias do tratamento BG se mostraram superiores às dos tratamentos KL, para todas as variáveis analisadas (Tabela 1).

Meio de Cultura (Tratamentos)	Média das Variáveis Avaliadas*					
	MFT (g)	NF (unid.)	CMF (cm)	NR (unid.)	CMR (cm)	pH _{final}
BG	0.9684 a	4.8958 a	1.9167 a	6.7708 a	4.9000 ns	3.9800 b
KL	0.5114 b	3.5417 b	1.2958 b	4.7354 b	4.1229 ns	3.6750 b
Controle**	-	-	-	-	-	5.8000 a
Média Geral	0.7399	4.2188	1.6063	5.7531	4.5115	4.4850
CV (%)	50.77	24.45	29.43	25.70	28.36	5.10

Tabela 1. Médias da massa fresca total (MFT), número de folhas (NF), comprimento da maior folha (CMF), número de raiz (NR), comprimento da maior raiz (CMR) e do potencial hidrogeniônico dos meios de cultura (pH_{final}) após oito meses de cultivo de protocormos de *Cattleya walkeriana in vitro*. *Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade; ns – resultado não significativo no teste F a 1%. **Controle – pH aferido durante o preparo dos meios de cultura, antes do cultivo dos protocormos. KL – Meio de cultura à base do fertilizante Krystalon™ Laranja; BG - Meio de cultura suprimimento B&G Orchidées®; CV (%) coeficiente de variação. Os dados representam a média de 12 repetições para as variáveis biométricas de cada tratamento e 10 repetições para o pH_{final} de cada tratamento.

Schneider et al. (2014), verificaram que o melhor meio de cultivo para o desenvolvimento *in vitro* de mudas de *Cattleya intermedia* a partir de protocormos foi o meio a base do suplemento para orquídeas B&G® e que o meio a base do fertilizante comercial Krystalon™ Laranja apresentou resultados similares a este no desenvolvimento das mudas, esses meios foram testados pela autora também em comparação aos meios

Murashige e Skoog (1962) e Knudson C (1946).

Silva et al. (2015), testaram a germinação e crescimento *in vitro* da orquídea *Arundina bambusifolia* em diferentes meios de cultura, os autores verificaram que o fertilizante B&G® suplementado com 30 g.L⁻¹ de sacarose, 200 mL.L⁻¹ de água de coco e 2 g.L⁻¹ de carvão ativado proporcionou a maior taxa de germinação, crescimento e enraizamento *in vitro* das mudas. Couto *et al.*, (2020), constataram que o meio de cultura suprimimento B&G Orchidées® se mostrou como uma boa alternativa no enraizamento *in vitro* de gérberas, quando comparado ao meio de cultura o meio MS (MURASHIGE e SKOOG, 1962) contendo as vitaminas de White e contendo 30 g.L⁻¹ de sacarose.

Santos (2009) cultivou protocormos *Cattleya walkeriana* nos meios de cultura Murashige e Skoog (1962), fertilizante Peters® 10-30-20 (3,0 g.L⁻¹) e fertilizante B&G (3,0 g.L⁻¹) e avaliou a concentração de alguns nutrientes na massa seca dos tecidos das plântulas obtidas, o autor constatou que no meio Peters® diferentes nutrientes deficitários (6 de 10 nutrientes avaliados), mas que todos os meios apresentaram déficit dos nutrientes Ca, Mg e Mn, com exceção ao Mg no meio à base do fertilizante B&G® (3,0 g.L⁻¹), fato que corroboram com os resultados observados neste experimento.

Segundo informação na embalagem de seus fabricantes, o meio de cultura suprimimento B&G Orchidées® apresenta 23,0 mg.L⁻¹ do elemento Ca e 6,5 mg.L⁻¹ do elemento Mg em sua composição, enquanto que no fertilizante Kristalon™ Laranja o nutriente Ca é ausente e o Mg está presente na concentração de 90,0 mg.L⁻¹. Sabe-se que ambos os elementos são essenciais para as plantas, estando o cálcio presente na membrana e na parede celular, além de atuar como sinalizador para ativação de algumas enzimas, enquanto o magnésio é um dos elementos integrante da molécula de clorofila, sendo que seu excesso pode interferir na absorção dos elementos Ca e K (FERNANDES, 2006).

Majerowicz et al. (2000), também observaram redução no pH dos meios com o cultivo de *Catasetum fimbriatum* e que esta redução variava conforme a fonte de nitrogênio do meio. Sabe-se que o balanço de NO₃⁻ e NH₄⁺ no meio de cultura e a absorção diferenciada destes íons participam na variação do pH no meio. Quando as plantas absorvem íons NH₄⁺ íons H⁺ são liberados, contribuindo para a redução do pH do meio enquanto que a absorção de NO₃⁻ pode resultar em aumento do pH do meio, deste modo o balanço adequado entre esses dois íons parece ser fundamental no cultivo *in vitro* (FERNANDES, 2006; KAJIKI, 2004; SKIRVIN et al., 1986). Peixoto e Pasqual (1995) em cultivo *in vitro* de videira também observaram ausência de respostas lineares, positivas ou negativas, entre alguns nutrientes analisados nos tecidos das plantas e o pH do meio de cultura. Bettão (2009) encontrou valores médio de pH entre 3,03 e 3,98 após seis meses de cultivo *in vitro* de *Cattleya walkeriana* ao testar o meio de cultura Knudson C acrescido com diferentes doses de diferentes variedades de banana e pH inicial de 5,3 ± 0,1 e, assim como neste trabalho, o autor também verificou que não houve correlação entre o pH final de diferentes meios de cultura com as variáveis biométricas número de folhas e de raízes e comprimento

de folha e de raiz, das plântulas de *Cattleya walkeriana* propagadas *in vitro*.

Quanto à etapa de aclimatização, com exceção ao parâmetro CMR a análise de variância mostrou resultado significativo para todos os parâmetros avaliados e, posteriormente, o teste de média aplicado demonstrou que o meio BG proporcionou valores médios superiores para todos os parâmetros analisados (Tabela 2).

Meios de Cultura (Tratamentos)	Média das Variáveis Avaliadas*					
	SB (%)	MFT (g)	NF (unid.)	CMF (cm)	NR (unid.)	CMR (cm)
BG	100 a	3.1724 a	5.3125 a	2.5771 a	7.5000 a	7.9583ns
KL	77 b	1.1931 b	3.0250 b	1.7525 b	3.9917 b	5.4281ns
Média Geral	88.50	2.1827	4.1687	2.1648	5.7458	6.6932
CV (%)	15.76	52.55	16.90	22.81	31.68	29.53

Tabela 2. Médias do percentual de sobrevivência (SB), massa fresca total (MFT), número de folhas (NF), comprimento da maior folha (CMF), número de raiz (NR) e do comprimento da maior raiz (CMR) após quatro meses de aclimatização de *Cattleya walkeriana* em estufa climatizada. *Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade. ns – resultado não significativo no teste F a 1%. KL – Meio de cultura à base do fertilizante Kristalon™ Laranja; BG - Meio de cultura suprimento B&G Orchidées®. Os dados representam a média de 08 repetições.

As diferenças visuais no desenvolvimento das plântulas provenientes dos tratamentos BG e KL podem ser observados na Figura 1.



Figura 1. Comparação visual do desenvolvimento das plântulas de *Cattleya walkeriana*, após quatro meses de aclimatização, provenientes do meio de cultura à base do fertilizante Kristalon™ Laranja (A) e do meio de cultura suprimento B&G Orchidées® (B).

Verifica-se que os resultados obtidos no procedimento *in vitro* refletiram na etapa *ex vitro*, conferindo grande sucesso nesta última etapa, sobretudo ao observarmos os resultados satisfatórios quanto à porcentagem de sobrevivência das mudas, que foi de 100% e 77% para as mudas provenientes de cultivo *in vitro* no meio BG e KL, respectivamente. Galdiano-Júnior et al. (2011), obtiveram o percentual de 60% de sobrevivência ao final de 90 dias de aclimatização de plântulas de *Cattleya walkeriana* provenientes de cultivo *in vitro* em meio Murashige e Skoog (1962) na ausência de inoculação em substrato composto de fibra de coco esterilizada e esfagno (1:1, v/v). Dorneles e Trevelin (2011) obtiveram 53% de sobrevivência das plântulas de *Cattleya intermedia*, também aclimatizadas em substrato de *Sphagnum* spp.

Nesse contexto, embora neste experimento o meio de cultura suprimimento B&G Orchidées® mostrou-se o mais indicado na propagação *in vitro* de *Cattleya walkeriana* quando comparado ao meio de cultura à base do fertilizante Kristalon™ Laranja, não podemos deixar de levar em consideração o custo médio/litro dos mesmos, conforme Tabela 3. De acordo com Schneider (2014) o meio de cultura pode representar mais de 11% do custo operacional da produção da muda, logo um meio de cultura que seja de baixo custo e eficiente, torna-se muito importante na cadeia de produção de mudas.

Verificou-se que o custo médio/litro do meio à base do fertilizante Kristalon™ Laranja é 30% menor quando comparado ao meio de cultura suprimimento B&G Orchidées®, cabe mencionar que o produtor deve ficar atento a relação de custo-benefício oferecido pelos diferentes meios de culturas testados e o número de mudas finais (percentual de sobrevivências) obtidas.

Meio de Cultura	Custo médio por litro (R\$)*				
	Meio de Cultura	Sacarose	Carvão Ativado	Ágar	Total
BG	R\$ 4,75	--	---	R\$ 5,33	R\$ 10,08
KL	R\$ 0,03	R\$ 1,17	R\$ 0,18	R\$ 5,33	R\$ 6,71

Tabela 3. Custo médio/litro dos meios de cultura utilizados neste trabalho. *Orçamentos realizados entre o período de 2019 e 2020. BG - Meio de cultura suprimimento B&G Orchidées®; KL - Fertilizante Kristalon™ Laranja.

4 | CONCLUSÃO

O meio de cultura suprimimento B&G Orchidées® resultou em melhor performance para a propagação *in vitro* das plântulas de *Cattleya walkeriana*, permitindo obter plantas com maior desenvolvimento de sistema radicular e parte aérea também durante a etapa de aclimatização.

REFERÊNCIAS

B&G FLORES NUTRIÇÃO VEGETAL. **Produtos. Meios de cultura para orquídeas.** Disponível em: <<https://www.begflores.com.br/index.php/produtos/meio-de-cultura-para-orqu%C3%ADdeas-940-g-detail>> Acesso em: julho de 2020.

BETTÃO, F. C. **Efeito de variedades e concentrações de polpa de banana no desenvolvimento *in vitro* de *Cattleya walkeriana* Gardner (Orchidaceae).** Dissertação (Mestrado). Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2009. 35p.

BEZERRA, G. A.; GABRIEL, A. V. M. D.; MARIANO, E. D.; CARDOSO, J. C. ***In vitro* culture and greenhouse acclimatization of *Oncidium varicosum* (Orchidaceae) with microorganisms isolated from its roots.** Ornamental Horticulture, v. 25, n. 4, p. 407-416, Dec. 2019.

BRASIL, Ministério da Defesa. **Decreto nº 3.665, de 20 de novembro de 2000.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D3665.htm> Acesso em: julho de 2020.

CNCFLORA. ***Cattleya walkeriana* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2.** Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em: <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Cattleya_walkeriana>. Acesso em: julho de 2020.

COUTO, T. R. do; ARAUJO, J. S. de P.; VICENTE, M. C.; ALMEIDA, L. M. de. **Enraizamento *in vitro* de genótipos de gerbera em meio de cultura alternativo.** Revista Nucleus, v.17, n.1, abr. 2020.

DORNELES, L. T.; TRELIN, V. **Aclimatização e reintrodução de *Cattleya intermedia* Graham ex Hook (Orchidaceae) obtidas por propagação *in vitro*.** Iheringia, Série Botânica, Porto Alegre, v. 66, n.2, p. 167-174, Dez. 2011.

FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas.** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 432p.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons.** Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v.38, n.2, 2014.

FERREIRA, L. T. REAL, N. C.; PEREIRA, J. A. F.; ULISSES, C.; WILLADINO, L. **Germinação *in vitro* de gongora (Orchidaceae) em meios nutritivos simplificados.** Plant Cell Culture & Micropropagation, Lavras, v.12, n.1, p. 20-26, 2016.

FRANCESCHI, C. R. B., SMIDT, E. C.; VIEIRA, L. N.; RIBAS, L. L. F. **Storage and *in vitro* germination of orchids (Orchidaceae) seeds from Atlantic Forest – Brazil.** Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 91, n. 3, 2019.

FREITAS, E. M.; HERRMANN M. H., BRUISMA, G.; PÉRICO E.; ARAUJO, A. G. **Propagação *in vitro* de *Cattleya intermedia* Graham ex Hook. (Orchidaceae) em diferentes meios de cultura.** Caderno Pedagógico, Lajeado, v. 11, n. 1, p. 30-41, 2014.

GALDIANO-JÚNIOR, R. F.; PEDRINHO, E. A. N.; CASTELLANE, T. C. L.; LEMOS, E. G. M. **Auxin-producing bacteria isolated from the roots of *Cattleya walkeriana*, an endangered brazilian orchid, and their role in acclimatization.** Revista Brasileira de Ciências do Solo, v. 35, n.3, p.729-737, 2011.

KAJIKI, F. O. **Estabelecimento do protocolo de micropropagação da espécie nativa *Baccharis tridentata* (Asteraceae): estudos fisiológicos, anatômicos e histoquímicos *in vitro***. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, SP, 2004. 164p.

KNUDSON L. **A new nutrient solution for the germination of orchid seed**. American Orchid Society Bulletin, West Palm Beach, v. 14, p. 214-217, 1946.

MAJEROWICZ, N.; KERBAUY, G.B.; NIEVOLA, C.C.; SUZUKI, R.M. **Growth and nitrogen metabolism of *Catasetum fimbriatum* (Orchidaceae) grown with different nitrogen sources**. Environmental and Experimental Botany, v.44, p.1995-2006, 2000.

MENEZES, C. A. S.; MIRANDA, D. P.; NASCIMENTO, H. R.; DAHMER, N.; KARSBURG, I. V. **Germinação e desenvolvimento de *Cattleya violacea* Rolfe *in vitro* em meios de cultura alternativos**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.11 n.21; p. 1140, 2015.

MENEZES, L. C. **Orquídeas *Cattleya walkeriana***. Brasília: IBAMA, 2011. 276p.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. **A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures**. Physiologiplantarum, Copenhagen, v. 15, p. 473-497, 1962.

PEIXOTO, P. H. P.; PASQUAL, M. **Micropropagação da Videira: efeitos do pH e do ágar**. Revista Ceres, v.42, n. 242, p.431-434, 1995.

SANTOS, A. F. **Composição mineral do meio de cultura para crescimento *in vitro* de *Cattleya walkeriana***. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, 2009. 24p.

SCHNEIDER, L. **Propagação *in vitro* de catléias nativas da Mata Atlântica**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, 2014. 87 f.

SCHNEIDER, L.; ARAUJO, J. S. P.; ZAFFARI, G. R. **Seed germination of *Cattleya intermedia* and *Cattleya warneri* in alternative culture media**. American International Journal of Contemporary Research, v. 4, n. 7, p. 60-66, 2014.

SILVA, K. A.; MELLO, V. S.; KARSBURG, I. V. **Propagação *in vitro* de *Arundina bambusifolia* Lindl. com diferentes potenciais hidrogeniônicos**. Enciclopédia Biosfera, v. 11, n. 22, p. 31-34, 2015.

SILVA, P. M. A. D.; OLIVEIRA, S. M.; FINGOLO, V. M.; THOMÉ, M. P. M. **Desenvolvimento de orquídeas *Cattleya guttata* Lindl. em meios de cultura de mamão e tomate**. Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico, n. 1, v. 2, artigo nº 03, p. 22-28, Janeiro/Junho, 2016.

SKIRVIN, R. M.; CHU, M. C.; MANN, M. L.; YOUNG, H.; SULLIVAN, J.; FERMANIAN, T. **Stability of tissue culture medium pH as a function of autoclaving, time, and cultured plant material**. Plant Cell Reports, v. 5, p. 292-294, 1986.

VACIN, E. F.; WENT, F. W. **Some pH in nutrient solutions**. Botanical Gazette, v.110, p.605-617,1949.

WINHELMANN, M. C.; TEDESCO, M. LUCCHESI, J. R.; FIOR, C. S.; SCHAFFER, G. **Propagação *in vitro* de *Angelonia integerrima***. Rodriguésia, v. 70, 2019.

YARA BRASIL. **Produtos. Yara Tera**. YaraTera Kristalon Laranja (06-12-36). Disponível em: <<https://www.yarabrasil.com.br/nutricao-de-plantas/produtos/yaratera/yaratera-kristalon-laranja-06-12-36/>> Acesso em: julho de 2020.

TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS EM SEMENTES DE *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith E DESENVOLVIMENTO DAS PLÂNTULAS EM SOLO DE CERRADO

Data de aceite: 11/09/2020

Data de submissão: 05/06/2020

Lucas da Rocha Franco

Instituto Federal de Educação, Ciências e
Tecnologia do Piauí
Uruçuí – PI
<http://lattes.cnpq.br/8653860447499506>

Fábio Oliveira Diniz

Instituto Federal de Educação, Ciências e
Tecnologia do Piauí
Uruçuí – PI
<http://lattes.cnpq.br/1152738156237306>

Paulo Henrique Dalto

Instituto Federal de Educação, Ciências e
Tecnologia do Piauí
Uruçuí – PI
<http://lattes.cnpq.br/056734065142893>

RESUMO: A *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith espécie nativa da Caatinga, com maior ocorrência no nordeste Brasileiro. A planta tem uso farmacológico, indústral e madeireiro, além de indicada para o reflorestamento. Contudo, dado o nível de exploração, está inserida na Lista de Espécies da Flora Brasileira Quase Ameaçadas de Extinção. Deste modo, estudos de tratamentos pré-germinativos das sementes e do desenvolvimento das plântulas, conduzidos em ambientes menos favoráveis à espécie, são essenciais para o domínio das técnicas de multiplicação da espécie. Portanto, o objetivo neste trabalho foi avaliar a eficiência de tratamentos pré-germinativos nas sementes e

o desenvolvimento das plântulas de *Amburana cearensis*, em solo de Cerrado. Foram utilizadas sementes com grau de umidade de 8,2% e peso de mil sementes de 474,6g e submetidas aos tratamentos pré-germinativos: escarificação mecânica; imersão em água a 80 °C por três minutos; imersão em água destilada por 5 e 7 horas à temperatura ambiente e controle (ausência de tratamento). Foi utilizado como substrato, solo sob vegetação de mata nativa do bioma Cerrado. O trabalho foi conduzido em casa de vegetação em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições de 12 sementes. As avaliações foram diárias até a estabilização da emergência, sendo registradas as plântulas normais. A imersão em água à temperatura ambiente por 5 e 7 horas contribuem para aumentar o percentual e a velocidade da emergência das sementes de *Amburana cearensis*. A imersão das sementes em água a 80°C por três minutos prejudica a emergência e o desenvolvimento das plântulas.

PALAVRAS-CHAVE: Umbrana-de-cheiro, sementes florestais, propagação, germinação.

PRE-GERMINATIVE TREATMENTS IN SEEDS OF *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith AND DEVELOPMENT OF THE SEEDLINGS IN CERRADO SOIL

ABSTRACT: *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith species native to the Caatinga, with greater occurrence in northeastern Brazil. A plant has pharmacological, industrial and commercial use, in addition to being indicated for reforestation. However, given the level of exploitation, it is included in the List of species of Brazilian Flora Almost Endangered with Extinction. In this way,

studies of pre-germinative treatment of seeds and development of seedlings, conducted in environments less favorable to the species, are essential for mastering the techniques of species multiplication. Therefore, the objective in this work was to evaluate the efficiency of pre-germinative control in seeds and the development of *Amburana cearensis* plants, in Cerrado soil. Seeds with an absorption degree of 8.2% and a thousand seeds weight of 474.6 g were used and subjected to pre-germinative tests: mechanical scarification; immersion in water at 80 °C for three minutes; immersion in distilled water for 5 and 7 hours at room temperature and control (no treatment). It was used as a substrate, under the native vegetation of the Cerrado biome. The work was carried out in the greenhouse in an open randomized design, with six replications of 12 seeds. The evaluations were necessary until the emergency stabilized, being registered as normal seedlings. Immersion in water at room temperature for 5 and 7 hours contributes to increase or reduce the percentage and speed of emergence of *Amburana cearensis* seeds. An immersion of seeds in water at 80°C for three minutes harmful to seedling development.

KEYWORDS: Umburana-de-odor, forest seeds, propagation, germination.

1 | INTRODUÇÃO

A *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith, popularmente conhecida como cumaru, cerejeira e umburana-de-cheiro pertence à família Fabaceae (LORENZI, 2008). A planta apresenta porte regular, com altura média de 10 m nas regiões da caatinga e até 20 m na zona da mata (LORENZ e MATOS, 2002). É uma espécie nativa, sendo encontrada em todas as regiões do Brasil, com excessão da região Sul. Não é endêmica, uma vez que ampla distribuição geográfica na América do Sul, desde o Peru até a Argentina (CANUTO e SILVEIRA, 2006; CARVALHO, 1994).

No Nordeste, a planta possui múltiplos usos, na medicina popular, na indústria de perfumaria, na exploração da madeira, além de ser indicada para o reflorestamento de áreas degradadas, arborização urbana, sistemas agroflorestais e para a recomposição de mata ciliar, servindo como atrativo de colônias de abelhas, contribuindo para a preservação da biodiversidade (MAIA, 2004; PAREYN et al., 2018). As sementes, devido ao odor agradável exalado, são utilizadas para perfumar roupas, também utilizadas na medicina caseira como antiespasmódicas, emanagogas e para o tratamento de doenças reumáticas (DANTAS ; MATIAS; RIBEIRO, 2015).

Contudo, em virtude de suas qualidades madeireiras, a *A. cearensis* tem sido explorada de forma não sustentável, chegando a ser caracterizada como espécie quase ameaçada de extinção (FLORA DO BRASIL, 2020).

O bioma Cerrado, tem grande diversidade de formas e aspectos de sua vegetação, ocorre em 15 estados e o Distrito Federal (MARIMON e HARIDASAN, 2005), de clima seco e árvores caducifólias e retorcidas, com grandes e profundas raízes para sobreviver ao período de estiagem (FALEIRO et al., 2008). Grande parte de sua área teve a vegetação nativa convertida em áreas de produção agrícola, principalmente nas chapadas, razão

pela qual é reconhecidamente, importante região de produção de grãos (FERREIRA et al., 2009). O solo é caracterizado como ácido, rico em alumínio e de baixa fertilidade natural (BOTTEGA et al., 2013).

Devido ao seu apelo econômico e ao atual cenário de exploração, estudos relacionados ao processo de germinação das sementes são fundamentais para a sua preservação, assim como, para o desenvolvimento de programas de produção de mudas visando a recomposição florestal, a arborização urbana e a recuperação de áreas degradadas.

Neste contexto, tratamentos pré-germinativos em sementes de *A. cearensis* podem favorecer o seu desempenho e o desenvolvimento das plântulas em ambientes menos favoráveis à espécie, uma vez que é uma espécie indicada para a recomposição de áreas antropizadas, comumente encontradas no Cerrado.

Portanto, o objetivo neste trabalho foi avaliar a eficiência de tratamentos pré-germinativos nas sementes e o desenvolvimento das plântulas de *Amburana cearensis*, em solo de Cerrado.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido nos meses de novembro e dezembro de 2018, em casa de vegetação da Fazenda Escola do Instituto Federal do Piauí (IFPI), *Campus Uruçuí* (Uruçuí-PI), localizado na Mesorregião do Sudoeste Piauiense, Microrregião do Alto Parnaíba, a 07°17'S de latitude e 44°30'W de longitude, de clima tropical quente e semiúmido do tipo Aw, segundo classificação de Köppen, apresentando média anual de temperatura e precipitação 28-30°C e 1000-1200 mm, com vegetação predominantemente de Cerrado (Andrade Júnior, 2004; Fundação Cepro, 2014).

Foram utilizadas sementes de *A. cearensis*, colhidas manualmente em duas plantas-matrizes, no início do processo de deiscência do fruto, no município de Francisco Ayres-PI, e armazenadas em sacos plásticos a temperatura ambiente e encaminhadas ao IFPI-*Campus Uruçuí*.

O beneficiamento foi realizado de acordo com a metodologia proposta por Rebouças (2009), fazendo-se a debulha (retiradas das alas) manual e descarte das que aparentavam deformidades ou danos causados por pragas. Em seguida, foi determinado o grau de umidade da semente, pelo método de estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas, e o peso de mil sementes que consiste em oito repetições de 100 sementes, pesando-as e obtendo o peso médio, multiplica-se por 10 (BRASIL, 2009). Os resultados observados foram o teor de água de 8,2% e o peso de mil sementes de 474,60 g.

A desinfecção das sementes foi realizada com hipoclorito de sódio a 5%. Após a desinfecção, as sementes foram submetidas a cinco tratamentos pré-germinativo: T1 - Controle (sementes sem escarificação e sem imersão em água); T2 - Escarificação

mecânica até atingir o cotilédone, obtido com atrito da folha de lixa d'água; T3 - As sementes foram imersas em água destilada com temperatura de 80 °C, por três minutos; T4 - As sementes foram imersas por 5 horas em água destilada à temperatura ambiente; e T5 - Imersão das sementes em água destilada à temperatura ambiente por 7 horas.

Em seguida, foram semeadas a 3,5 centímetros de profundidade, com o hilo para o lado formando um ângulo de 90° (GUEDES et al., 2010b), em bandejas de poliestireno expandido com 128 células, contendo substrato constituído de solo retirado de área de mata nativa de Cerrado, classificado como Latossolo Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 2013), caracterizado como solo ácido, rico em alumínio e de baixa fertilidade natural após análise química (Tabela 1), coletado na profundidade de 0-20 cm e devidamente peneirado.

pH	P	Ca	Mg	Na	K	H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	V%	C	N	M.O.
(H ₂ O)	(mg/kg)	(cmolc/kg)							(g/kg)		
3,8	2	0,2	0,2	0,03	0,04	4,63	1,05	9	5,78	0,59	9,96

Tabela 1. Análise química de solo utilizado como substrato, para avaliar tratamentos pré-germinativos e desenvolvimento das plântulas de *Amburana cearensis*.

As bandejas permaneceram em casa de vegetação, sendo irrigadas diariamente, mantendo-se todos os substratos com nível adequado de umidade, sendo o excesso eliminado por gravidade.

As avaliações foram realizadas diariamente até a estabilização da emergência, sendo registrado o número de plântulas normais. Os resultados foram apresentados em porcentagem de emergência (E) conforme prescrições das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e índice de velocidade da emergência (IVE) (MAGUIRE, 1962).

Aos 35 dias após a semeadura, foram amostradas três plântulas aleatoriamente de cada parcela experimental, para avaliar os seguintes parâmetros: Diâmetro do caule (DC): determinado com o auxílio de um paquímetro digital, na região do colo da planta, sendo o resultado expresso em milímetros; Comprimento da parte aérea (CPA): as medições foram coletadas com régua graduada, expresso em centímetros; Comprimento da raiz: as medições foram coletadas com régua graduada, expresso em centímetros; Massa seca da parte aérea (MSPA): as partes aéreas foram acondicionadas em sacos de papel e mantidas em estufa com circulação de ar a 72 °C, até atingir peso constante, expresso em gramas; e Massa seca da raiz (MSR): as raízes foram acondicionadas em sacos de papel e mantidas em estufa com circulação de ar a 72 °C, até atingir peso constante, sendo os resultados apresentados em gramas.

O estudo foi conduzido sob o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (correspondentes aos quatro métodos de tratamentos pré-germinativos e o controle), com 6 repetições, de 12 sementes, totalizando 30 parcelas

experimentais.

A variável dada em percentual foi transformada em arco seno $\sqrt{x/100}$. Os resultados foram expressos em termos de média aritmética \pm desvio padrão. As variáveis analisadas foram submetidas ao teste de Shapiro-Wilk para avaliar a normalidade dos dados e de Bartlett para testar a homogeneidade entre as variâncias. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias submetidas ao teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, com auxílio do programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2008).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao avaliar os resultados dos tratamentos pré-germinativos foi possível observar que os tratamentos de imersão em água destilada a 80°C por três minutos e o controle, promoveu os menores percentuais de emergência, comparado aos demais métodos (Figura 1). Isso pode ter ocorrido provavelmente, pela exposição das sementes a temperatura empregada, que afetou os tecidos do embrião, provocando desestruturação e causando distúrbios fisiológicos que impedem o processo germinativo (ALBUQUERQUE et al., 2006).

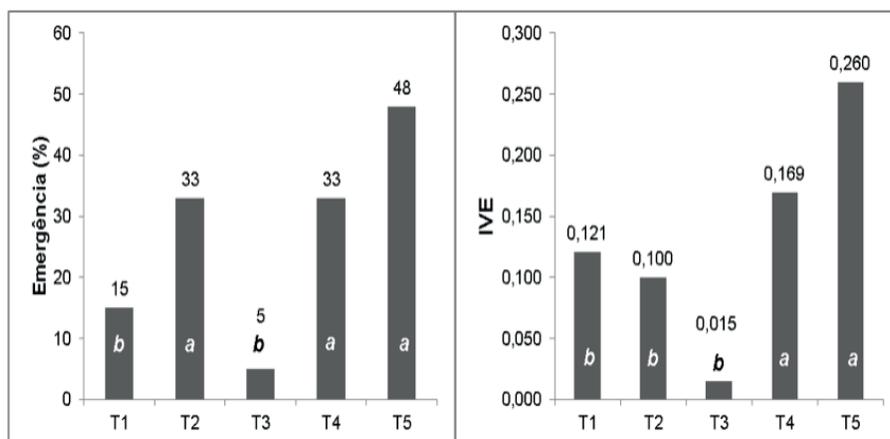


Figura 1. Emergência (%) e Índice de Velocidade de Emergência (IVE), de sementes de *Amburana cearensis* submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos em solo de Cerrado. T1 – controle; T2 - Escarificação mecânica; T3 - imersão em água destilada com temperatura de 80 °C, por três minutos; T4 - imersão em água por 5 horas em água destilada a temperatura ambiente; e T5 - imersão em água por 5 horas em água a temperatura ambiente. Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Na avaliação do processo de germinação, verificou-se que os tratamentos em que as sementes foram imersas em água por cinco e sete horas proporcionou emergência superior a 34%, diferindo do tratamento controle, que apresentou 15,0%. É possível inferir

que a embebição de água proporcionou o amolecimento tegumentar beneficiando ativação da germinação, corroborando com os resultados obtidos em diversas pesquisas com sementes desta mesma espécie (ALVES et al., 2004; ANGELIM et al., 2007; GRANDE e TAKAKI, 2006; SILVA et al., 2005).

Já a escarificação mecânica proporcionou um percentual de emergência de 33%, também superior ao observado para o tratamento controle, (15%). Os resultados são semelhantes aos obtidos por Albuquerque et al. (2006), e Pereira et al. (2014), em sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.) e tamboril (*Enterolobium contortisliquum*) respectivamente, ambas pertencentes à família Fabaceae. Contudo, estes resultados contrapõem com os encontrados por Angelim et al. (2007), que, apesar de destacarem que as sementes de *A. cearensis* possuem um revestimento com determinada resistência, a escarificação não favoreceu à germinação. Medeiros Filho et al. (2002), relataram que a escarificação mecânica provoca fissuras no tegumento, aumentando a permeabilidade e permitindo a embebição e, conseqüentemente, o início da germinação, como ratificado por Santos et al. (2019), ao constatarem aumento do percentual e da velocidade de emergência com a utilização de escarificação mecânica.

Para o índice de velocidade de emergência (Figura 1), os melhores resultados foram obtidos pelos os tratamentos em que as sementes foram imersas em água por cinco e sete horas, comparado aos demais tratamentos. Portanto, havendo tendência dos maiores percentuais de emergência, estarem associados às maiores médias de IVE. Este comportamento também foi verificado por Albuquerque et al. (2006), exceto para o tratamento de escarificação mecânica que apesar do rompimento do tegumento ter favorecido incremento do percentual de germinação, a velocidade com que o processo ocorreu não diferiu do tratamento controle. Segundo Guedes et al. (2015), a maior velocidade de emergência reflete em maiores taxas de crescimento inicial de plântulas, aumentando a probabilidade de sucesso durante o estabelecimento da plântula.

Assim como os resultados relacionados à emergência, as variáveis relacionadas ao desenvolvimento das plântulas (Tabela 2), o tratamento de imersão em água a 80°C por três minutos apresentou os piores resultados em relação aos demais, e quando comparado ao tratamento controle, provocou redução de 16% no diâmetro do caule (DC), 17% no comprimento da parte aérea (CPA), e 27% no comprimento da raiz (CPR), reafirmando que o tratamento comprometeu o desenvolvimento das plântulas, provavelmente devido à influência da temperatura elevada que acarretou distúrbios fisiológicos à semente, e conseqüentemente sobre a germinação e no desenvolvimento das plântulas.

Tratamento	DC (mm)	CPA (cm)	CPR (cm)	MSPA (g)	MSR (g)
Controle	1,653±0,16 a	8,063±1,40 a	4,401±1,03 a	0,172±0,23 b	0,023±0,00 b
Escarificação mecânica	1,647±0,18 a	10,028±2,04 a	5,633±0,69 a	0,097±0,03 b	0,018±0,00 b
Imersão em água a 80° C por três minutos	0,271±0,67 b	1,367±3,35 b	1,167±2,86 b	0,018±0,04 b	0,033±0,01 b
Imersão em água por cinco horas	1,792±0,19 a	14,950±11,55 a	4,983±0,57 a	0,100±0,03 b	0,121±0,19 b
Imersão em água por sete horas	1,762±0,15 a	9,513±1,47 a	4,527±0,49 a	0,095±0,02 b	0,043±0,01 b

Tabela 2. Valores médios seguido de desvio padrão do diâmetro do caule (DC), comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento do sistema radicular (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR), de plântulas de *Amburana cearensis*, obtidas a partir de sementes submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos em solo de Cerrado. Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os tratamentos de escarificação mecânica, imersão em água por 5, imersão em água por 7 horas e o controle, não diferiram entre si para DC, CPA, CPR, MSPA e MSR. Estes proporcionam desenvolvimento semelhante das plântulas.

A utilização dos tratamentos pré-germinativos, escarificação mecânica e imersão em água por cinco e sete horas, avaliados na presente pesquisa em solo de baixa fertilidade do Cerrado do Sul do Piauí, apresentaram efeitos benéficos ao processo de emergência das plântulas. De acordo com Guedes et al. (2013), a redução no tempo de emergência pode resultar no sucesso do estabelecimento das plântulas no campo e para produção de mudas..

Todavia, em relação ao desenvolvimento das plântulas não houve diferenças significativas entre os tratamentos, exceto para imersão em água quente, concordando com os relatos citados por Souza et al. (2015), e Carvalho (2007), que não existem impedimentos físico ou químico para a germinação e para produção de mudas de *A. cearensis*, apesar de Angelim et al. (2007), relatar, que as sementes possuem revestimento com um certo nível resistência.

Normalmente as sementes não tratadas de *A. cearensis* apresentam percentuais de emergência acima de 60%, como relatado em diversas pesquisas (ANGELIM et., 2007; GUEDES et al. 2010a; GUEDES et al. 2010b).

Valores superiores aos verificados neste trabalho. Distintos fatores podem favorecer para tais resultados deste o substrato utilizado, o reduzido volume da célula da bandeja à qualidade das sementes do lote utilizado.

Segundo Carneiro (1983), o substrato influencia diretamente a germinação (fornecimento de água e aeração), na arquitetura do sistema radicular e no estado nutricional dos vegetais, afetando diretamente a qualidade das mudas. O solo do Cerrado Piauiense utilizado como substrato, possui elevada acidez que limita a disponibilidade de nutrientes essenciais às plantas, alta concentração de alumínio que causa toxidez, baixa capacidade de troca catiônica e a baixa fertilidade natural e de alta deficiência de nutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio e zinco) (SILVA, 2013; BOTTEGA et al., 2013). Provavelmente pode ter apresentado interferência negativa sobre a emergência e desenvolvimento das plântulas.

Portanto, novos estudos se fazem necessários a partir da utilização de diferentes substratos aliados a distintos volumes de recipientes para avaliar a emergência e o desenvolvimento das plântulas de *A. cearensis* em solo do Cerrado, onde a espécie tem potencial para ser empregada na recuperação de áreas degradadas.

4 | CONCLUSÃO

A imersão das sementes em água a 80 °C por três minutos prejudicou a emergência e o desenvolvimento das plântulas.

Os tratamentos pré-germinativos de imersão em água à temperatura ambiente por 5 e 7 horas, contribuem para aumentar o percentual e a velocidade de emergência das sementes de *Amburana cearensis*.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE K. S.; GUIMARÃES, R. M.; ALMEIDA, Í. F.; CLEMENTE, A. C. S. **Métodos para a superação da dormência em sementes de sucupira-preta (*bowdichia virgilioides* kunth.)**. Ciência Agrotec , v. 31, n.6, Larvas-MG p.1716-1721, nov/ dez., 2006.
- ALVES, A. U.; DORNELAS C. S. M.; BRUNO, R. L. A.; ANDRADE, L. A. 2004. **Superação da dormência em sementes de *Bauhinia divaricata* L.**. Acta Botânica Brasileira, v.18, n. 4, p.871- 879, 2004.
- ANDRADE JÚNIOR, A.S; BASTOS, E. A.; SILVA, C. O.; GOMES, A. A. N.; FIGUEREDO JÚNIOR, L. G. **Atlas Climatológico do Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte (Embrapa Meio-Norte. Documentos; 101), 2004.
- ANGELIM, A. E. S.; MORAES, J. P. S.; SILVA, B. A. J.; GERVÁSIO, R. C. R. G.G. **Germinação e aspectos morfológicos de plantas de umburana de cheiro (*amburana cearensis*), encontradas na região do vale do São Francisco**. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre- RS, v. 5, supl. 2, p. 1062-1064, jul. 2007.
- BOTTEGA, E. L.; QUEIROZ, D.M.; PINTO, F.A.C.; SOUZA, C.M.A. **Variabilidade espacial de atributos do solo em sistema de semeadura direta com rotação de culturas no cerrado brasileiro**. Revista Ciência Agronômica, v.44, n.1, p.1-9, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. MAPA. **Regras para análise de sementes (RAS)**. 1ª ed., Brasília-DF, 2009. 398p.

CANUTO, K. M.; SILVEIRA, E. R. **Constituintes químicos da casca do caule de *Amburana cearensis* A.C. Smith**. Revista Química Nova, São Paulo, v. 29, n. 6, p. 1241-1243, 2006.

CARNEIRO, J.G. de A. **Variações na metodologia de produção de mudas florestais afetam os parâmetros morfofisiológicos que indicam sua qualidade**. Série técnica. FUPEF, Curitiba (12): p.1-40, 1983.

CARVALHO, P. E. R. **Cerejeira-da-Amazônia-Amburana acreana**. Embrapa Florestas-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2007.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília: EMBRAPA, 1994. 639 p.

CEPRO - Superintendência de pesquisas econômicas e sociais do Piauí. **Diagnóstico socioeconômico do município de Uruçuí**. Teresina, 2014. Disponível em: http://www.cepro.pi.gov.br/download/201106/CEPRO21_0b5fab9677.pdf (acessado em 13 agosto de 2019).

DANTAS, B. F.; MATIAS, J. R.; RIBEIRO, R. C. **Teste de tetrazólio para avaliar viabilidade e vigor de sementes de espécies florestais da Caatinga**. Informativo ABRATES, Londrina, v. 25, n. 1, p. 60-64, 2015.

EMBRAPA SOLOS – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação dos solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro, 2013.

FALEIRO, F.G.; GAMA, L.C.; FARIAS NETO, A.L.; SOUSA, E.S. **O Simpósio Nacional sobre o Cerrado e o Simpósio Internacional sobre Savanas Tropicais**. In: FALEIRO, F.G.; FARIAS NETO, A.L. Savana: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados / Embrapa Informações Tecnológicas, cap.1, p. 32-46, 2008

FERREIRA JUNIOR, L. G.; FERREIRA, M. E.; ROCHA, G. F. NEMAYER, M.; FERREIRA, N. C. **Dinâmica agrícola e desmatamentos em áreas de cerrado: uma análise a partir de dados censitários e imagens de resolução moderada**. Revista Brasileira de Cartografia, Monte Carmelon.61, n.2, p.117-127, 2009.

FERREIRA, D. F. **Sisvar - sistema de análise de variância para dados balanceados**. Lavras: Universidade Federal Lavras, Lavras-MG 19 p, 1998.

FLORA DO BRASIL. ***Amburana cearensis* (Allemao) A.C.Smith in Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil>. Acesso em: 26 de maio de 2020.

GRANDE, F.G.A.F.; TAKAKI, M. 2006. **Efeito da luz temperatura e estresse de água na germinação de sementes de *Caesalpinia peltophoroides* BENTH.(Caesalpinioideae)**. Acta Botanica Brasílica, v. 65, n. 1, p. 37-42, 2006.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; VIANA, J. S.; FRANÇA, P. R. C.; SILVA SANTOS, S. **Qualidade fisiológica de sementes armazenadas de *Amburana cearensis* (Allemao) AC Smith**. Semina: Ciências Agrárias, v. 31, n. 2, p. 331-342, 2010a.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; VIANA, J. S.; MOURA, M. F.; COSTA, E. G. **Emergência e vigor de plântulas de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith em função da posição e da profundidade de sementeira**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, n. 4, p. 843-850, 2010b.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; SANTOS-MOURA, S. DA S.; COSTA, E. G. DA; MELO, P. A. F. R. DE. **Tratamentos para superar dormência de sementes de *Cassia fistula* L.** Biotemas, Florianópolis, v. 26, n.4, p.11-22, 2013.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; SANTOSMOURA, S. DA S.; GALINDO, E. A. **Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 36, n. 4, p. 2373- 2382, 2015.

IBAMA. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçada de extinção**. Brasília: Ibama, 2008.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais do Brasil: nativas e exóticas**. Instituto Plantarum, Nova Odessa, p.544, 2008.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda., 2002. 512p.

MAGUIRE, J. D. **Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor**. Crop Science, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MAIA, N.M. **Caatinga árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo, Sp: Editora Leitura e Arte, p. 211-216,2004.

MARIMON JUNIOR, B. H.; HARIDASAN, M. **Comparação da vegetação arbórea e características edáficas de um cerrado e um cerrado sensu stricto em áreas adjacentes sobre solo distrófico no leste de Mato Grosso, Brasil**. Acta Botanica Brasílica, v. 19, n. 4, p. 913-926, 2005..

MEDEIROS FILHO, S.; FRANÇA, E. A.; INNECCO, R. **Germinação de sementes de *Operculina macrocarpa* (L.) Farwel e *Operculina alata* (Ham.) Urban**. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.24, n.2, p.102- 107, 2002.

PEREIRA, V. J.; SANTANA, D. G.; LOBO, G. A.; BRANDÃO, N. A. L.; SOARES, D. C. **Eficiência dos tratamentos para a superação ou quebra de dormência de sementes de Fabaceae**. Revista de Ciências Agrárias, v. 37, n. 2, p. 187-197, 2014.

PAREYN, F., ARAÚJO, E. D. L., DRUMOND, M., MIRANDA, J., SOUZA, C., SILVA, A. D. S. ***Amburana cearensis*: *Amburana-de-cheiro***. Embrapa Semiárido-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E), 2018.

POPININGIS, F. **Fisiologia de sementes**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

REBOUÇAS, A. C. M. N.. **Aspectos ecofisiológicos da germinação de três espécies arbórea medicinal da caatinga**. 2009, pg. 00-40. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)- Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRP, Recife, Fev., 2009.

SANTOS, J. L.; SILVA, J. S.; FOGAÇA, J. J. N. L.; NUNES, R. T. C.; MENEZES, A. T.; CARDOSO, A. D. **Vigor de sementes de *Amburana cearensis* (All.) AC Smith provenientes de diferentes plantas matrizes**. Acta Iguazu, v. 8, n. 2, p. 12-22, 2019.

SILVA, J.B.; VIEIRA, R.D. & FILHO, A.B.C. 2005. **Superação de dormência em sementes de beterraba por meio de imersão em água corrente**. Horticultura Brasileira, v. 23, n. 4, p. 990-992, 2005.

SILVA, J.M. **Análise espacial de atributos físicos em um Latossolo cultivado em plantio direto**. Engenharia Ambiental, v.10, n.3, p. 27 -38, 2013.

SOUZA, A V. V.; SOUZA, D. D.; OLIVEIRA, F. J. V.; CORÊA, R. M. **Como produzir mudas de umburana-de-cheiro**. Comunicado técnico 162. EMBRAPA-CPATSA, Petrolina-PE, dezembro, 2015.

CAPÍTULO 6

POTENCIAL DE CONTROLE DA GERMINAÇÃO DE UREDINIOSPOROS DE *Hemileia Vastatrix* POR COMPOSTO A BASE DE CÁLCIO E MAGNÉSIO

Data de aceite: 11/09/2020

Rodrigo Vieira da Silva

Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos
Morrinhos – GO

Jair Ricardo de Sousa Junior

IF Goiano – Campus Morrinhos
Morrinhos – GO

João Pedro Elias Gondim

Universidade Federal de Lavras
Lavras – MG

Jose Feliciano Bernardes Neto

Universidade Federal de Goiás
Goiânia – GO

Nathália Nascimento Guimarães

Universidade Federal de Lavras
Lavras – MG

José Orlando de Oliveira

Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos
Morrinhos – GO

Emmerson Rodrigues de Moraes

Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos
Morrinhos – GO

Silvio Luis de Carvalho

IF Goiano – Campus Morrinhos, Morrinhos
Unicerrado
Goiatuba - GO

fungo *Hemileia vastatrix* é a principal doença da cultura. O seu controle demanda a utilização de fungicidas químicos, que onera os custos de produção e pode trazer riscos ao meio ambiente, fato que tem chamado a atenção de pesquisadores e produtores para a procura de métodos de controle e produtos alternativos mais amigáveis ambientalmente e com custo reduzido. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo a avaliação de um composto de oxido de cálcio e magnésio na inibição da germinação de urediniosporos de *H. vastatrix*. Diferentes concentrações do produto comercial (0, 1, 2, 3, 4 e 5g.L⁻¹) foram depositadas em placas de Petri com uma suspensão de urediniosporos do fungo, e a germinação destes foi avaliada após 24 horas com o auxílio de microscópio estereoscópio. Os urediniosporos foram considerados como germinados quando apresentaram o tubo germinativo igual ou maior que o comprimento destes. Todas as concentrações promoveram drástica redução da germinação, quando comparadas com ao tratamento controle (0g.L⁻¹). Assim, com base nos resultados obtidos conclui-se que o composto tem grande potencial para o controle da ferrugem. Novos estudos serão em condição de campo serão realizados para comprovar seu efeito fungicida em condições de campo.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea arabica*, controle alternativo, manejo integrado, ferrugem do cafeeiro.

RESUMO: O café constitui-se numa das principais commodity do agronegócio brasileiro e ferrugem alaranjada do cafeeiro causada pelo

POTENTIAL TO CONTROL THE GERMINATION OF UREDINIOSPORES OF *Hemileia Vastatrix* BY COMPOUND OF CALCIUM AND MAGNESIUM

ABSTRACT: Coffee is one of the main commodities of Brazilian agribusiness and orange rust of coffee caused by the fungus *Hemileia vastatrix* is the main disease of the crop. Its control demands the use of chemical fungicides, which increases production costs and can bring risks to the environment, a fact that has drawn the attention of researchers and producers to the search for more environmentally friendly and cost-effective control methods and alternative products reduced. Therefore, the present work aimed to evaluate a compound of calcium and magnesium oxide to inhibit the germination of *H. vastatrix* urediniospores. Different concentrations of the commercial product (0, 1, 2, 3, 4 and 5g.L⁻¹) were deposited in Petri dishes with a suspension of urediniospores of the fungus, and their germination was evaluated after 24 hours with the aid of a stereomicroscope. Urediniospores were considered as germinated when they presented the germ tube equal to or greater than their length. All concentrations promoted a drastic reduction in germination when compared to the control treatment (0g.L⁻¹). Thus, based on the results obtained, it is concluded that the compound has great potential for rust control. Further studies will be carried out under field conditions to prove its fungicidal effect under field conditions.

KEYWORDS: *Coffea arabica*, alternative control, integrated management, coffee rust.

1 | INTRODUÇÃO

O café é uma das bebidas mais apreciada e consumida do mundo. Estima-se que um terço da população mundial consuma café diariamente. Vale salientar que a cadeia produtiva do café proporciona trabalho para milhões de pessoas, principalmente nos países em desenvolvimento (SEMEDO et al., 2018).

O cafeeiro chegou ao norte do Brasil, em Belém, em 1727, trazido da Guiana Francesa por Sargento-Mor Francisco de Mello Palheta atendendo a solicitação do governador do Pará (BARBOSA, 2012). Em 1850, o café já era o primeiro produto de exportação da economia brasileira e já sinalizava sua relevância econômica, política e social. Até os dias atuais, o Brasil é o maior produtor mundial de café, lidera as exportações. Atualmente a produção mundial de café é da ordem de 150 milhões de sacas anualmente, produzido principalmente nos países considerados em desenvolvimento (ICO, 2020). O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, que gera divisas, postos de trabalho e promove o desenvolvimento onde é produzido e/ou processado. A safra 2020 prevê, em quase todas as regiões produtoras de café do país, uma maior produtividade em função da bionalidade positiva, devendo alcançar entre 57,2 milhões e 62,02 milhões de sacas beneficiadas (CONAB, 2020),

A ferrugem do cafeeiro causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* é a principal doença do cafeeiro em todo mundo, especialmente no Brasil. O patógeno tem a capacidade de infectar tanto o café Conilon (*Coffea canephora*), quanto o Arábica (*C. arábica*). A queda precoce das folhas resulta em menor vingamento da florada, menor vingamento dos

chumbinhos e também seca dos ramos plagiotrópicos, comprometendo, em alguns casos em mais de 50%, a produção do cafeeiro. Os urediniósporos são as unidades propagativas e infectivas que darão início a surtos epidêmicos (ZAMBOLIM et al., 1997). Pela bienalidade do cafeeiro, a doença é mais agressiva em anos de alta carga pendente de frutos do que em anos com baixa carga pendente de frutos.

A ferrugem do cafeeiro gera todos os anos prejuízos e altos custos para seu controle, o que evidencia a necessidade realização de pesquisas capazes de gerar informações que possam ser utilizadas para fornecer suporte ao controle da doença, especialmente por meio de estratégias menos tóxica ao homem e ao meio ambiente. De modo que tem chamado a atenção de produtores e pesquisadores para a busca de métodos de controle menos oneroso e menos agressivos ao meio ambiente, dentro do contexto do manejo integrado de doenças, como a utilização de variedades resistentes, fungicidas recomendados para a cultura e adoção de métodos culturais.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de um produto alternativo a base de cálcio e magnésio na inibição da germinação de urediniosporos de *H. vastatrix* agente causal da ferrugem do cafeeiro.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O cafezal onde foram retiradas as amostras de folhas infectadas por *H. vastratrix* faz parte do banco de germoplasma de cafeeiro instalado desde 2010 no Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos, localizado no município de Morrinhos, no sul do estado de Goiás. O cafezal está situado a uma altitude de aproximadamente 850 metros, a 17° 43`S e 49° 08`W. Foram plantados por meio de mudas de seis meses 20 genótipos de *C. arabica* (progênies já cultivadas em grande escala, progênies elites já desenvolvidos e em fase final de melhoramento).

Essas plantas eram sendo cultivadas a pleno sol. A área escolhida possuía topografia plana. A região de Morrinhos é caracterizada por apresentar um déficit hídrico a partir do mês de abril até o mês de outubro. Ao longo do ano, em geral a temperatura varia de 14°C a 32°C.

Depois de respeitado o período de estresse hídrico da cultura foi montado o sistema de irrigação, por gotejamento, para todas as plantas, tanto as de bordaduras como as unidades experimentais. A lâmina de água aplicada é de 8 mm, sendo feita três vezes por semana totalizando 24 mm.semana⁻¹.

Amostras de folhas de genótipos de *C. canephora* com sintomas e sinais de ferrugem foram coletadas nos genótipos de cafeeiro, e logo após em condições de laboratório foram imersas em água para a preparação de suspensão de urediniosporos, para o plaqueamento. As folhas foram descartadas e a solução, coada em uma peneira com objetivo de reter algumas impurezas.

Para obter o inóculo de *H. vastatrix*, coletaram-se em campo, em plantas da cultivar Catuaí amarelo IAC 62 folhas com sinais da ferrugem. Após a coleta, as folhas foram submetidas à câmara úmida por 24 horas. Em seguida, com o auxílio de pincel, as folhas foram lavadas com água deionizada e a suspensão acondicionada em Becker de vidro. A concentração da suspensão foi calibrada em hemacitômetro e ajustada a $1,5 \times 10^4$ urediniosporos mL^{-1} .

A suspensão foi depositada em placas de Petri de vidro com 7 cm de diâmetro, contendo meio de cultura AA (Água-Agar), com o auxílio de um pipetador, misturada com composto óxido de magnésio 30%, óxido de cálcio 60%, PRNT 180% (GEOX®), em diferentes concentrações: 1, 2, 3, 4 e 5g.L^{-1} . Um tratamento controle não recebeu o produto (0g.L^{-1}). O ensaio foi instalado em uma incubadora do tipo B.O.D. a 25°C no delineamento inteiramente casualizado. Cada tratamento foi representado por diferentes doses do produto e composto por quatro repetições.

A avaliação da porcentagem da germinação foi realizada após 24 horas, em uma câmara de Neubauer com auxílio de um microscópio estereoscópio, verificando a presença do tubo germinativo, que deveria ter comprimento igual ou superior ao do urediniosporos. Com os dados obtidos, foi realizada uma análise de regressão no programa Excel para verificar a concentração do produto que mais inibiu a germinação dos urediniosporos de *H. vastatrix*.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sintomas e sinais provocados no cafeeiro devido a infecção por *H. vastatrix* pode ser visualizado na Figura 1.

Todas as concentrações do produto analisadas proporcionaram drástica redução de germinação dos urediniosporos de *H. vastatrix*, quando comparados com o tratamento controle, sem o produto (Figura 2). A concentração de 1g.L^{-1} , ou seja a 0,1% do produto já foi o suficiente para provocar a redução da germinação de *H. vastatrix* em aproximadamente 95%. As concentrações do Geox de 2, 4 e 6g.L^{-1} tem um efeito de 100% na redução da germinação do fungo.



Figura 1. Ferrugem do cafeeiro causada por *Hemileia vastatrix*. A: Planta de café no campo com sintomas e sinais. B: Urediniósporos visto no microscópio de luz no aumento de 400 x. C: Pústula de *H. vastratrix* em folhas de cafeeiro.

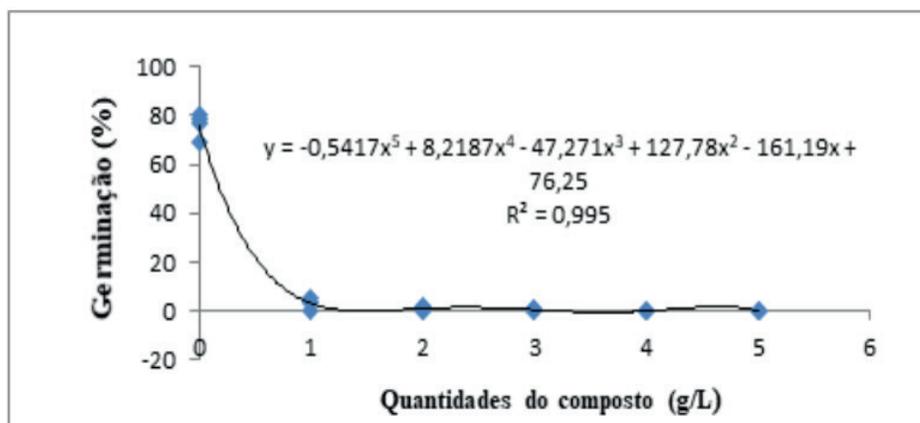


Figura 2. Percentual da germinação de urediniósporos de *Hemileia vastatrix* com diferentes concentrações de GEOX®.

O resultado do ponto de vista científico e prático para o prático para o cafeicultor foi muito positivo e interessante, pois mesmo com as doses mais baixas, ou seja, a 1 g.L⁻¹ já possibilitou um controle muito eficiente do fungo. Este fato é muito importante, pois na busca de produtos para controle de doenças, o ingrediente ativo deve proporcionar maior controle com doses menores, gerando economia de gastos. Outro benefício seria a aplicação de um produto menos agressivo ao meio ambiente. Por se tratar de um composto em pó, sua utilização em pequenas quantidades não irá provocar problemas no maquinário utilizado para atomização, como entupimento de bicos.

Um dos ingredientes componentes do produto utilizado contém cálcio, que também faz parte de formulações muito conhecidas no controle de doenças de plantas, como as caldas bordalesa e sulfocálcica, indicando que o elemento possa ter propriedades fungicidas. Costa et al. (2007), verificou que a utilização de cloreto de cálcio reduziu a severidade da ferrugem em até 77%, quando comparado com a testemunha. Além disso, os mesmos autores avaliaram produtos não convencionais para o controle da enfermidade, obtendo resultados satisfatórios.

A ferrugem do cafeeiro, causada por *H. vastatrix* ainda hoje representa um fator limitante na cultura cafeeira no Brasil. Esta doença foliar pode provocar desfolha, diminuindo a fotossíntese e assim reduzir a produtividade dos anos seguintes. Esta doença acarreta uma série de prejuízos para lavoura, por meio das lesões e queda precoce das folhas ocasionam a redução da área foliar, a qual, por consequência, contribui para seca dos ramos plagiotrópicos e deformação das plantas. A desfolha ocasiona a redução do florescimento e frutificação, as plantas perdem vigor, conseqüentemente, a produtividade será de menor e pior qualidade de frutos (MATIELLO et al., 2002).

Diversas estratégias de manejo podem ser empregadas para diminuir os seus prejuízos. Vale salientar que o êxito no controle da doença deve está associado aos aspectos de segurança do consumidor e do ambiente, com o menor impacto possível.

O desenvolvimento de cultivares resistentes à ferrugem do cafeeiro no Brasil proporcionou grandemente a cadeia produtiva do café. Embora a sua detecção no Brasil ter ocorrido apenas no ano de 1970, cultivares resistentes ao fungo *Hemileia vastatrix* passaram a ser desenvolvidos no início dos anos 50. Entretanto, devido ao processo de evolução do agente fitopatogênico, diversas populações resistentes foram selecionadas ao longo dos anos, porém o lançamento das cultivares Icatu Amarelo, Icatu Vermelho e Icatu Precoce (FAZUOLI, 2000) representou marco importante no melhoramento genético do cafeeiro desenvolvido no Brasil. Além disso, geralmente os genótipos resistentes ao fungo são menos produtivos, que em muitas vezes inviabiliza o seu cultivo.

Os fungicidas químicos sintéticos apresentam alta eficiência de controle de *H. Vastatrix* (VEGRO e FERREIRA, 2000), porém o alto custo, a indução de resistência dos microrganismos e o apelo sobre redução de impactos ambientais incentivaram os fitopatologistas a encontrar métodos alternativos para o manejo de doenças.

A dinâmica de ganho na atividade cafeeira, tanto em produtividade e quanto em qualidade nas culturas são objetivos permanentes e exigirá muita pesquisa agrícola voltada para resultados e gestão mais eficientes dos sistemas agroalimentares – do campo à mesa do consumidor. Como sempre, no processo de difusão de inovações é estratégico e indispensável compartilhar saberes e experiências entre os atores públicos e privados que atuam na agricultura. (DUARTE, 2019). Neste sentido, o desenvolvimento de produtos menos tóxicos a natureza e mais saudável para o consumo humano é fundamental.

Neste contexto, vale enfatizar que o Geox pode ser utilizado em sistema de produção orgânico, que cresce a cada ano em função da demanda do consumidor por produtos mais saudáveis, com menos agrotóxicos. Além disso, torna-se uma ferramenta a mais para ser utilizado no manejo integrado da ferrugem do cafeeiro.

4 | CONCLUSÃO

Com estes resultados conclui-se que a utilização do composto Geox, a base de cálcio e magnésio, tem grande potencial para o manejo da ferrugem do cafeeiro. Futuros trabalhos serão realizados em condições de campo para a comprovação do seu efeito fungicida em condições de campo.

REFERÊNCIAS

ANUÁRIO DO CAFÉ. Revista Campos & Negócios. Uberlândia, MG. 11º edição, 94 p. 2020.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Terceiro levantamento de café 2019/2020.** Disponível em: <http://www.conab.gov.br/acompanhamento_safra_cafe_2061/2017.pdf> Acesso em: 23 de maio de 2020.

COSTA, M.J.N.; ZAMBOLIM, L.; RODRIGUES, F.A. **Avaliação de produtos alternativos no controle da ferrugem do cafeeiro.** Fitopatologia Brasileira, v. 32, n. 2, p. 150-155, 2007.

DUARTE, B. S. **A dinâmica agricultura brasileira.** Revista de Política Agrícola, v. 27, n. 3, p. 131-132, 2019.

FAZUOLI, L.C.; MEDINA FILHO, H.P.; GUERREIRO FILHO, O.; GONÇALVES, W.; SILVAROLA, M.B.; GALLO, P.B. **Características e recomendações de cultivares de café apropriadas para cultivo adensado.** Campinas: Instituto Agronômico, 2000.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações.** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2002. 387 p.

ICO - International Coffee Organization. **Trade statistics.** Disponível em: http://www.ico.org/coffee_prices.asp. Acesso em: 21 de maio de 2020.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, E. M. **Doenças do cafeeiro (C. arábica e C. canéfora).** In: KIMATI, H. et al. (Ed.). Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. 4. Ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, p. 165-185.

SEMEDO, J.E.N.; et. al. **Coffee responses to drought, warming and high [CO2] in a context of future climate change scenarios.** In: ALVES F.; LEAL FILHO W.; AZEITEIRO U. (eds) Theory and Practice of Climate adaptation. Climate Change Management. Springer: Cham, 2018.

VENTURA, J. A.; COSTA, H.; SANTANA, E. N.; MARTINS, M. V. V. **Diagnóstico e manejo das doenças do cafeeiro conilon.** In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A.G. & MUNER, L. H. (Eds.) Café Conilon. Vitória: INCAPER, p.451-497, 2007.

VEGRO, C.L.R.; FERREIRA, C.R.R.P.T. **Evolução das despesas com defensivos agrícolas e fertilizantes para a safra de café 2000/01 nos estados de São Paulo e Paraná.** Informações Econômicas. 30:53-59. 2000.

CAPÍTULO 7

DO LIXO AO ÚTIL: CONTROLE ALTERNATIVO AO AGENTE PATOGÊNICO DA FUSARIOSE DO QUIABEIRO PELO USO DE SOLUÇÃO DE CARAPAÇA DE CARANGUEJO

Data de aceite: 11/09/2020

Data de submissão: 03/07/2020

Edson Pimenta Moreira

Universidade Estadual do Maranhão– DFF
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/2776221701207073>

Cláudio Belmino Maia

Universidade Estadual do Maranhão– DFF
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/0261193864388588>

Francisco de Assis dos Santos Diniz

Universidade Estadual do Maranhão– DFF
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/2972915069776600>

Rafael José Pinto Carvalho

Universidade Estadual do Maranhão– DFF
São Luís – Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/9021079151628483>

Wildinson Carvalho do Rosário

Universidade Estadual do Maranhão– DFF
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/8315270853666257>

Maria Izadora Silva Oliveira

Universidade Estadual do Maranhão– DFF
São Luís – Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/0646316361399773>

Thiago da Silva Florêncio

Universidade Estadual do Maranhão– DFF
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/5678157061833525>

Danielle Silva da Paz

Universidade Estadual do Maranhão– DFF
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/6205729390399123>

Rayane Cristine Cunha Moreira

Universidade Estadual do Maranhão– DFF
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/3749600639278752>

Erlen Keila Candido e Silva

Universidade Estadual do Maranhão– DFF
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/2894527440274020>

Leonardo de Jesus Machado Gois de Oliveira

Universidade Estadual do Maranhão– DFF
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/268629635611721>

Jonalda Cristina dos Santos Pereira

Universidade Estadual do Maranhão– DFF
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/4645301007148326>

RESUMO: A fusariose é um dos principais problemas fitossanitários que assolam a produção do quiabeiro, por se tratar de uma doença de difícil controle associado a custos elevados para aquisição de produtos químicos que muitas vezes são inviáveis aos pequenos produtores, que exploram o cultivo do quiabo como fonte de renda. Devido à necessidade de uma fonte alternativa de baixo custo ao controle da fusariose, temos como possível solução o uso da carapaça de caranguejo. O objetivo deste trabalho foi analisar o efeito da solução a base de

carapaça de caranguejo sobre o agente patogênico *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* *in vitro*. Para avaliação laboratorial, foi mensurado o crescimento das colônias fúngicas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e dez repetições, para avaliação da fungitoxicidade realizada por meio da porcentagem de inibição de crescimento micelial (PIC). Os dados de todos os ensaios foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, os dados foram rodados no programa estatístico AgroEstat®. Os resultados para teste “*in vitro*” atenderam as expectativas, como porcentagem de inibição de crescimento micelial (P.I.C) em 100% para concentrações a partir de 0,3(v/v). Concluí-se que a solução a carapaça de caranguejo poderá ser uma importante ferramenta no controle do *F. oxysporum* f.sp. *vasinfectum*.

PALAVRAS-CHAVE: Fitossanidade, *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum*, orgânicos.

FROM GARBAGE TO USEFUL: ALTERNATIVE CONTROL TO THE PATHOGENIC AGENT OF THE QUIABEIRO FUSARIOSIS BY THE USE OF CRAB CARAPA SOLUTION

ABSTRACT: Fusariosis is one of the main phytosanitary problems that plague the production of okra, as it is a difficult disease to control associated with high costs for the acquisition of chemical products that are often not viable for small producers, who exploit the cultivation of okra as a source income. Due to the need for a low-cost alternative source to control fusariosis, we have a possible solution using the crab shell. The objective of this work was to analyze the effect of the crab shell based solution on the pathogen *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* *in vitro*. For laboratory evaluation, the growth of fungal colonies was measured in a completely randomized experimental design, with five treatments and ten repetitions, to assess fungitoxicity performed through the percentage of mycelial growth inhibition (PIC). The data from all tests were subjected to analysis of variance and the means compared by the Tukey test at 5% probability, the data were run in the statistical program AgroEstat®. The results for “*in vitro*” testing met expectations, as a percentage of mycelial growth inhibition (PIC) at 100% for concentrations from 0.3 (v / v). It was concluded that the crab shell solution could be an important tool in the control of *F. oxysporum* f.sp. *vasinfectum*.

KEYWORDS: Plant health, *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum*, organic.

1 | INTRODUÇÃO

O quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L.) é pertencente à família das Malváceas, com centro de origem no continente Africano e adaptação a climas tropicais, com temperaturas entre 22 a 25°C, e apresenta grande sensibilidade ao frio (FILGUEIRA, 2008).

É uma cultura com custo de produção relativamente baixo, proporcionando genericamente um retorno considerável, e assim constituindo primazia para os agricultores familiares (FILGUEIRA, 2008).

É descrita como uma hortaliça de alto valor nutricional, com grande aceitação no mercado, sendo os pequenos produtores os maiores responsáveis por grande parte da sua produção (PAES et al., 2012). Há uma estimativa de produção mundial de cerca de 1,7 milhões de t.ano⁻¹ (ASARE-BEDIAKO et al., 2014).

Dentre os problemas fitossanitários que assolam a produção dessa hortaliça, destaca-se a fusariose do quiabeiro, ocasionada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* [(Atk.) Snyder & Hansen] que é uma das doenças mais prejudiciais à cultura, tendo acarretado perdas econômicas inestimáveis aos pequenos e médios produtores que exploram seu cultivo como fonte de renda. A doença manifesta-se em forma de reboleira, onde a planta apresenta como principais sintomas a murcha, amarelecimento das folhas, escurecimento vascular, seguido de desfolha e conseqüente, morte das plantas (MASSOLA JÚNIOR e BEDENDO, 1997).

A aplicação de produtos químicos é a forma mais usual para tratamento da doença. Pondera Bettioli (2003) que considera agressiva e inviável esta prática, onde avaliou a relação custo/benefício, pois as quantidades de agrotóxico aplicadas pelos produtores que realmente atingem a praga ou patógeno são ínfimas, somente uma parcela menor que 1%, em desvantagem aos 99% que fica retido ou atuando diretamente no meio ambiente.

Os agrotóxicos podem causar efeitos negativos aos seres vivos, ainda que as dosagens sejam mínimas a ponto de reduzir os riscos em níveis aceitáveis, no entanto o uso geral não obedecer aos procedimentos e cuidados inerentes manipulação dos mesmos (VERAS, 2005). Outro fator importante a ser considerado é a resistência aos agrotóxicos, pelo uso constante e dosagens não recomendadas, onde a resistência a fungicidas pode ser atribuída um ou mais mecanismos, sendo estes os principais: redução de afinidade no sítio de ação dos fungicidas; redução da absorção ou aumento do fluxo de fungicida; desintoxicação; compensação e desvio do sítio de ação (GHINI e KIMATI, 2002).

Os experimentos com carapaça de caranguejo no controle da fusariose da pimenteira se mostraram bastante promissores, não só pelo controle do fungo, mas também pelo aporte nutricional dado a planta pela aquisição de macro e micronutrientes advindo da mineralização da matéria orgânica, além de promover o crescimento de agentes biológico supressores do *Fusarium* (BENCHIMOL, 2002).

A aplicação de materiais orgânicos no solo pode ser considerada um norte ao controle da fusariose (RODRIGUES et al., 2007). Entre esses materiais, encontra-se a casca de caranguejo, que apresenta quitina em sua composição (DOMINGUES, 2006), além de macro- e micronutrientes (BENCHIMOL, 2006).

Caranguejo e siri são invertebrados marinhos estruturalmente formados por um exoesqueleto de quitina com composição variável entre 15 a 20% de quitina em caranguejos e siris (LIMA et al., 2010).

A quitina é um polissacarídeo constituído por um polímero de cadeia longa, a β -(1-4)-N-acetil-D-glucosamina e usado na produção de quitosana (MUÑOZ, 2009).

A quitosana foi estudada com sucesso em uma grande variedade de aplicações de uso humano, por ser biocompatível, biodegradável, possuir propriedades antimicrobianas, ser emulsificante, utilizada no tratamento de efluentes, ser formadora de gel e como envoltório protetor de alimentos, e de uso agrícola, como fornecedora de nutrientes e

promotora de crescimento de plantas e no controle de patógenos de plantas como os fungos (BENCHIMOL et al., 2006).

Por tais características tem-se como hipótese que a quitina e quitosana presentes na solução a base da casca de caranguejo atuaram para supressão do agente patogênico da fusariose (*F. oxysporum* f.sp. *vasinfectum*) do quiabeiro.

O caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* L., é um dos principais recursos extraídos dos mangues da Ilha de São Luís, sendo um produto bastante consumido pela população maranhense, possuindo grande importância econômica e social, devido à geração de empregos diretos e indiretos (CAVALCANTE et al., 2011). Conseqüentemente essa demanda gera uma quantidade muito grande de resíduo que em sua maioria é considerado “lixo”.

O descarte inadequado dos rejeitos das atividades pesqueiras causa diversos impactos negativos. Esse é o caso dos resíduos sólidos provenientes da atividade de beneficiamento do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) (RIBEIRO e FERNANDES, 2018). Diante do exposto, o presente trabalho justifica-se pela destinação e uso agrícolas de resíduos não aproveitados da cadeia produtiva do caranguejo em substituição a fungicidas químicos industriais, promovendo alternativas sustentáveis a um baixo custo de produção aos produtores.

A pesquisa teve como objetivo, analisar o efeito da solução a base de carapaça de caranguejo sobre o agente patogênico *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* *in vitro*.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de execução do projeto

A pesquisa foi conduzida no *Campus* da Universidade Estadual do Maranhão no Laboratório de Fitopatologia e na Casa de Vegetação do Núcleo de Biotecnologia em São Luís-MA, cujas coordenadas geográficas compreendem 2° 30' S e 44° 18' W. O clima da região classificado segundo Köppen é do tipo Aw Tropical quente e úmido, com estação quente e úmida bem definida: alta pluviosidade nos meses de Janeiro a Junho e seca com déficit hídrico acentuado de julho a dezembro. As precipitações variam entre 1.600 a 2.000 mm anuais, das quais cerca de 80% concentram-se no primeiro semestre. A temperatura média local encontra-se na faixa de 26°C, com variações mínimas entre 22 e 24°C e máximas de 30 e 36°C (AYOADE, 2012).

2.2 Obtenção e preparo da carapaça de caranguejo

A carapaça de caranguejo utilizada no experimento foi obtida por meio de coleta dos resíduos da extração da carne desse crustáceo de restaurantes da Avenida Litorânea, localizada no município de São Luís no estado do Maranhão. Para utilização no experimento, o material foi submetido à lavagem com água corrente para retirada de resíduos de carne

de caranguejo. Após, passou por secagem em estufa por 4 horas, em seguida o material foi moído com o auxílio de moinho de facas até a forma de pó que posteriormente passou pelo processo de peneiramento (partículas < 2 mm). O material foi mantido em temperatura ambiente em recipiente hermeticamente fechado, distante da umidade e da luz até o uso no experimento.

2.3 Obtenção da solução da carapaça de caranguejo

Foi transferida para os fermentadores (erlenmeyer 1000 mL) a medida de 50 g de carapaça, que em seguida foram autoclavadas a uma temperatura de 120 °C a 1 atm, por vinte minutos.

Em posse do pó já autoclavado e resfriado, os fermentadores foram levados para câmara de fluxo laminar, previamente esterilizado com luz UV durante vinte minutos, neste momento cada fermentador recebeu: sacarose, em sequência 500 mL de água destilada, os componentes foram agitados manualmente por um minuto, para em seguida ser realizado a transferência de 5g da levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

A fermentação se conduziu com temperatura ambiente até a estabilização da solução (interrupção da produção de CO₂). Após a estabilização da solução, as soluções foram destinadas para a filtração em funil de vidro e gaze estéril.

2.4 Experimento *in vitro*

Foram retiradas alíquotas diferentes da solução fermentada e adicionada cada uma a 250 mL de BDA (batata-ágar-dextrose), obtendo as concentrações de 0, 10, 20, 30 e 40% (v/v) que foram vertidas em placas de *Petri*. Obtendo cinco tratamentos com 10 repetições cada, em seguida, discos de 10 mm de diâmetro foram retirados das colônias fúngicas de *F.oxysporum* (isolado MGSS221) e transferidos para o centro de placas de *Petri* contendo o meio BDA aos diferentes tratamentos de fermentado e ao tratamento controle que continha somente o BDA para fins de testemunha. As placas foram incubadas em B.O.D. a 25 ± 2°C e foto período de 12 h.

A avaliação da fungitoxicidade *in vitro* foi realizada por meio da porcentagem de inibição de crescimento micelial (PIC), comparando-se o diâmetro médio em cm, entre as colônias nos tratamentos com fungicida e a testemunha, após nove dias de incubação (MENTEN, 1976):

$$\text{PIC} = \frac{\text{Crescimento da testemunha} - \text{Crescimento do tratamento}}{\text{Crescimento da testemunha}} \times 100$$

O tamanho das colônias fúngica foram mensurado a cada três dias em duas posições perpendiculares entre si, durante nove dias, considerou-se o valor médio das medidas. O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado, com dez repetições por tratamento, onde cada placa correspondeu a uma repetição (unidade experimental).

Os dados foram tabulados em Excel® e tratados no programa estatístico AgroEstat®. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir são apresentados os resultados das três avaliações (Tabelas 1, 2 e 3) realizadas dando ênfase para o percentual de inibição de crescimento do micélio, onde fica evidente a ação fungicida da solução de carapaça de caranguejo.

Os tratamentos nas concentrações de 0,3 e 0,4 de solução fermentada não diferiram entre si estatisticamente (Tabela 1), sendo esses mais eficientes tendo efeito fungicida elevado, sendo que todos os tratamentos diferiram do tratamento controle, que apresentou a maior taxa de crescimento micelial, evidenciando o efeito da solução sobre o patógeno, como descreve a pesquisa de que demonstraram o efeito supressivo do uso de resíduos orgânicos originados da agricultura, indústria e estações de tratamento no controle de vários patógenos habitantes do solo (RODRIGUES; VERAS e SILVA, 2007).

Concentrações da solução fermentada (v/v)	Médias de crescimento micelial (cm)	P.I.C (%)
0	29,9 a	0
0,1	25,7 b	14,04
0,2	18,6 c	37,79
0,3	0,00 d	100
0,4	0,00 d	100

Tabela 1. Avaliação da inibição in vitro do fermentado de carapaça sobre o *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum*, após 72 horas de incubação(1). (1) Letras iguais indicam que, no nível de 5% de significância, não há diferença entre médias.

Na segunda avaliação dos cinco tratamentos, os níveis de significância estatística mantiveram se muito semelhante às primeiras avaliações, com destaque a porcentagem de inibição de crescimento micelial (PIC) das concentrações 0,3 e 0,4 que atingiram 100% de inibição (Tabela 2), evidenciado uma possível ação fungicida pelos componentes da solução. Para os tratamentos com concentrações de 0,1 e 0,2 de solução, houve um acréscimo a taxa do PIC, se comparado as primeiras 24 horas, com isso podemos deduzir que a solução em concentrações menores atua de forma fungistática.

Concentrações da solução fermentada (v/v)	Médias de crescimento micelial (cm)	P.I.C (%)
0	62,6 a	0
0,1	42,9 b	31,46
0,2	33,0 c	47,28
0,3	0,00 d	100
0,4	0,00 d	100

Tabela 2. Avaliação da inibição in vitro do fermentado de carapaça sobre o *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum*, após 144 horas de incubação(1). (1) Letras iguais indicam que, no nível de 5% de significância, não há diferença entre médias.

O tratamento controle proporcionou maior desenvolvimento fúngico diferindo entre aos demais tratamentos, onde os resultados da solução fermentada e seus componentes exercem grande influencia fungistática e fungicida ao *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* (Tabela 3).

Concentrações da solução fermentada (v/v)	Médias de crescimento micelial (cm)	P.I.C (%)
0	73,00 a	0
0,1	66,20 b	9,31
0,2	52,90 c	27,53
0,3	0,00 d	100
0,4	0,00 d	100

Tabela 3. Avaliação da inibição in vitro do fermentado de carapaça sobre o *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum*, após 216 horas de incubação(1). (1) Letras iguais indicam que, no nível de 5% de significância, não há diferença entre médias.

Os resultados obtidos (Figura 1) assemelham-se ao verificado por Benhamou (1996), onde o autor descreve que a aplicação de quitosana não é somente eficaz na inibição ou retenção do crescimento do patógeno, mas também em induzir mudanças na morfologia, na estrutura e na desorganização molecular da célula do fungo. Além da atuação como fungicida natural, outra característica da quitosana é o potencial de ativar enzimas (BAUTISTA-BAÑOS et al., 2006) e compostos fenólicos (BENHAMOU, 1996) relacionadas com o mecanismo de defesa das plantas.

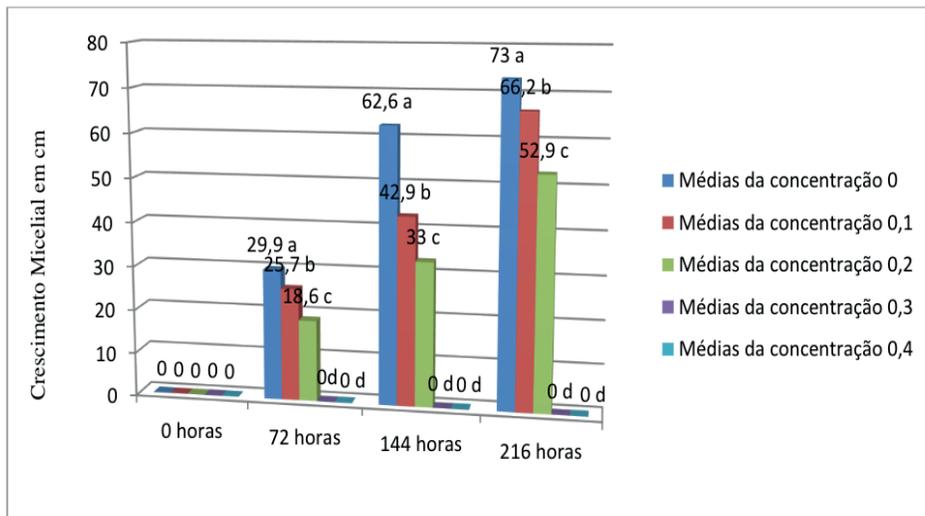


Figura 1. Gráfico de crescimento micelial em placas de Petri em diferentes concentrações.

O gráfico em consonância com as Figuras 2, 3 e 4 evidenciam a ação fungicida com concentração igual ou superior a 30% e ação fungistática para concentrações inferiores a 30% da solução fermentada da carapaça de caranguejo.

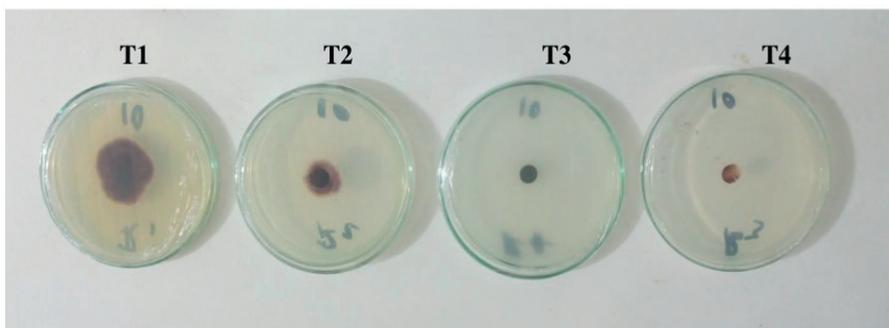


Figura 2. Crescimento micelial em placas de Petri em diferentes tratamentos após 72 horas.
*T1, T2, T3 e T4 correspondem respectivamente as concentrações de fermentado a 0,1;0,2;0,3 e 0,4 (v/v).

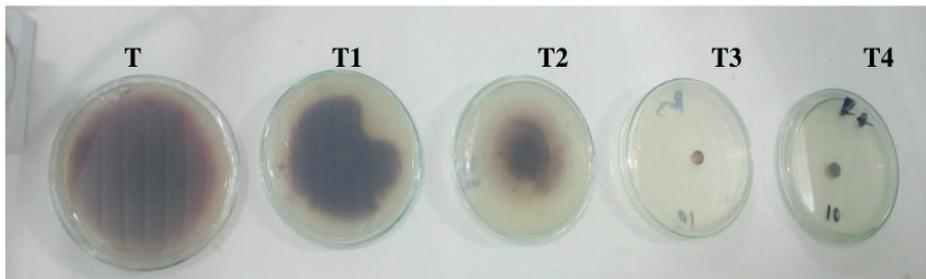


Figura 3. Crescimento micelial em placas de Petri em diferentes tratamentos após 216 horas.
 *T, T1, T2, T3 e T4 correspondem respectivamente as concentrações de fermentado a 0;
 0,1;0,2;0,3 e 0,4 (v/v).

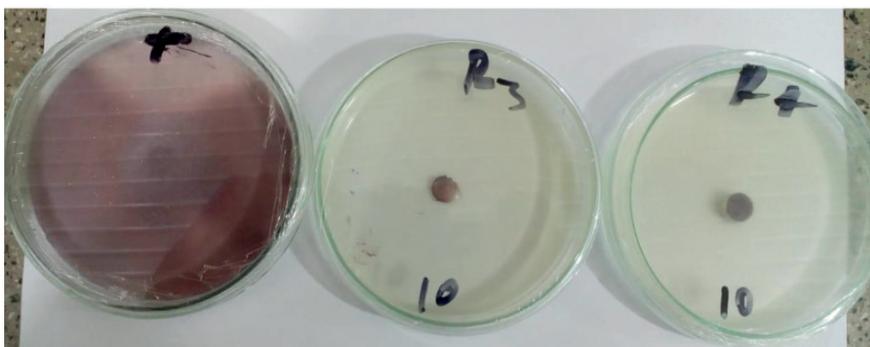


Figura 4. Comparação de crescimento micelial em placas de Petri entre o tratamento controle e os tratamentos com a solução fermentada na concentração de 0,3 e 0,4 após 216 horas.
 *T = tratamento controle; R3= tratamento com concentração de fermentado a 0,3(v/v); R4 = tratamento com concentração do fermentado a 0,4(v/v); 10 = número da repetição dos tratamentos.

Vários trabalhos realizados “*in vitro*” demonstram o efeito fungistático da quitosana, mas nada se fala da ação do uso de solução fermentada da casca de caranguejo.

Para comparativo da solução fermentada e da quitosana, temos trabalhos que constataram que além da inibição do crescimento micelial nas concentrações de 0,25 a 4%, a quitosana suprimiu a germinação de conídios de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente causal da antracnose do mamão (CIA, 2005). Estes resultados demonstram que as concentrações de quitosana são ínfimas comparadas às concentrações da solução fermentada, entretanto não leva em consideração o custo de produção da quitosana que é milhares de vezes mais onerosos do que a produção do fermentado que tem um custo baixíssimo e demonstrou resultados promissores.

Os resultados para inibição de crescimento micelial de *F. oxysporum* f.sp. *vasinfectum* para as concentrações de 30 e 40% muito assemelharam ao uso de quitosana

a 5%, onde houve total inibição do crescimento micelial de *B. cinerea* e a total inibição da germinação de esporos quando utilizaram 0,5 e 1% de quitosana, para *P. expansum* e *B. cinerea* respectivamente (LIU et al.,2007).

Os resultados foram bastante otimistas quanto ao teste “*in vitro*”, quando comparado aos trabalhos de Freddo et al.(2014); Franco e Oliveira (2008); e Benchimol et al. (2006) no controle de patógenos de plantas como os fungos.

4 | CONCLUSÃO

Para a avaliação da ação fungicida e fungistática da solução fermentada de carapaça do caranguejo no combate ao agente patogênico *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* “*in vitro*”, nos permitiu concluir que a solução fermentada do pó da carapaça de caranguejo é um poderoso agente na inibição do crescimento fúngico, podendo no futuro ser uma importante ferramenta ao controle de Fitopatogenos, a um baixo custo de produção e ao alcance de um público de menor poder aquisitivo.

REFERÊNCIAS

ASARE-BEDIAKO, E.; ADDO-QUAYE, A.A.; BIKUSI, A. **Comparative efficacy of phytopesticides in the management of *Podagrica* spp and mosaic disease on okra (*Abelmoschus esculentus* L.)**. American Journal of Experimental Agriculture, v.4, n.8, p.879-889, 2014.

AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos – 16ªed.** – Rio de Janeiro: Bertrad Brasil, 2012.

BAUTISTA-BAÑOS, S.; HERNÁNDEZ-LOPEZ, M.; BOSQUEZ-MOLINA, E.; WILSON, C.L. **Effects of chitosan and plant extracts on growth of *Colletotrichum gloeosporioides*, anthracnose levels and quality of papaya fruit**. Crop Protection, Guildford, v.22, n. 9, p. 1087-1092, 2006.

BENCHIMOL, R. L. **Efeito da casca de caranguejo e de resíduos de *Piper aduncum* no controle da fusariose e no desenvolvimento de mudas de pimenteira-do-reino**. Belém, 2002. Tese [Doutorado] – Universidade Federal do Pará.

BENCHIMOL, R. L.; SUTTON. J.C.; DIAS-FILHO, M. B. **Potencialidade da Casca de Caranguejo na Redução da Incidência de Fusariose e na Promoção do Crescimento de Mudas de Pimenteira-do-Reino**. Fitopatol.Bras.31(2), mar - abr 2006.

BENHAMOU, N. **Elicitor-induced plant defenses pathways**. Trends in Plant Science, London, v. 1, n. 7, p. 233-240, 1996.

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

BETTIOL, W. **Métodos Alternativos de Controle Fitossanitário**. In: CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. (Eds.) Métodos Alternativos de Controle Fitossanitário, Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p. 53-75, 2003.

CAVALCANTE, A.N.; ALMEIDA, Z.S.; PAZ, A.C.; NAHUM, V. J. I. **Multidimensional analysis of the Fishery Production System of Mangrove Crab, *Ucides cordatus*, in Araisoses, Maranhão State, Brazil.** Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, 2011, 44(3): 87 - 98.

CIA, P. **Avaliação de agentes bióticos e abióticos na indução de resistência e no controle póscolheita da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em mamão (*Carica papaya*).** 2005. 187 f. Tese [Dourado em Fitopatologia] Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" ESALQ, Piracicaba, 2005.

DOMINGUES, F. **Controle físico e biológico de *Fusarium oxysporum* f. sp. zingiberi em gengibre.** 2006. 58 p.. Dissertação [Mestrado] -Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia Moderna na Produção e Comercialização de Hortaliças.** 3ª Ed. Viçosa: UFV, 2008. 421 p.

FRANCO, T.T.; OLIVEIRA J R. **Caracterização dos efeitos de quitosana na inibição de fungos fitopatogênicos.** Summa Phytopatologica, Botucatu, v. 34, p. S142-145, 2008.

FREDDO, Á.R.; MAZARO, S. M.; BRUN, E. J.; JÚNIOR, A. W. **A quitosana como fungistático no crescimento micelial de *Rhizoctonia solani* Kuhn.** Ciência Rural, Santa Maria, v.44, n.1, p.1-4, jan, 2014.

GHINI, R.; KIMATI, H. **Resistência de fungos a fungicidas.** Jaguariuna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2002. 78 p.

LIMA, M.N.B.; MOCHEL, F. R.; CASTRO, A.C.L. de. **O sistema de produção do caranguejo-uçá *ucidescordatus* (*decapoda: brachyura*) (Linnaeus, 1763) na área de proteção ambiental das reentrâncias maranhenses, Brasil.** Boletim do laboratório de biologia. V.23,n.1, 2010.

LIU, J.; TIAN, S.; MENG, X.; XU, Y. **Effects of chitosan on control of postharvest disease and physiological response of tomato fruit.** Postharvest Biology and Tecnology, Amsterdam, v. 44, n.3, p.300-306, 2007.

MASSOLA JÚNIOR, N. S.; BEDENDO, L. P. **Doenças do Quiabeiro.** In: KIMATI, H. AMORIM, L., BERGAMIN FILHO, CAMARGO, L. E. A REZENDE, J. A M., Manual de Fitopatologia. 3 ed., São Paulo: Agronômica Ceres, p. 616-620, 1997.

MENTEN, J. O. M. et al. **Efeito de alguns fungicidas no crescimento micelial da *Macrophomina phaseolina* in vitro.** Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 1, p. 57-66, 1976.

MUNÓZ, Z.; MORET, A.; GARCÉS, S. **Assessment of chitosan for inhibition of *Colletotrichum* sp. on tomatoes and grapes.** Crop Crop Protection 28:36-40. (2009).

PAES, H. M. F.; ESTEVES, B. dos S.; SOUSA, E. F. de. **Determinação da demanda hídrica do quiabeiro em Campos dos Goytacazes, RJ.** Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 256-261, 2012.

RIBEIRO, M. S. G.; FERNANDES, M. E. B. **Aproveitamento de resíduos sólidos do caranguejo-uçá: alternativa de renda e uso sustentável.** Inc.Soc., Brasília, DF, v.12 n.1, p.134-140, jul./dez. 2018.

RODRIGUES. A.A.C.; VERAS. M.S.; SILVA .A.C. **Incorporação de resíduos orgânicos no controle da fusariose em quiabeiros**. Rev. Bras. Agroecologia, v.2, n.1, fev. 2007.

VERAS, M. S. **Resíduos orgânicos: uma alternativa sustentável na supressividade de fusarium em quiabeiros para a agricultura familiar maranhense**. 83 f. Dissertação [Mestrado] – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís. 2005.

A REPRESENTATIVIDADE ECONÔMICA DO SETOR VITIVINÍCOLA NO CENÁRIO REGIONAL, ESTADUAL E NACIONAL

Data de aceite: 11/09/2020

Data de submissão: 26/05/2020

Saionara da Silva

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Palmeiras das Missões - RS
<http://lattes.cnpq.br/0789480958772486>

Luciane Dittgen Miritz

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Palmeiras das Missões - RS
<http://lattes.cnpq.br/1506132530653923>

Evandro Miguel Fuhr

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
São Leopoldo - RS

Luiz Carlos Timm

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Palmeiras das Missões - RS
<http://lattes.cnpq.br/4523589388086386>

Roberto Carlos Mello

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Palmeiras das Missões - RS

RESUMO: O agronegócio tem importância fundamental na economia brasileira, está presente em todas as regiões do País, porém, algumas dessas são mais propícias a determinadas culturas, devido a questões edafoclimáticas e relacionadas com os demais elos da cadeia produtiva como a distribuição e comercialização do produto para o consumidor final. Tendo em vista a importância do agronegócio optou-se por realizar um estudo

sobre a uva, o qual teve por objetivo visualizar a realidade do Rio Grande do Sul frente ao cenário Nacional, identificando, também, em quais regiões do Estado concentram-se as maiores produções de uva e, conseqüentemente, do suco dessa fruta. Como objetivos específicos, houve a necessidade de mensurar o volume de uva produzido no Rio Grande do Sul; identificar as principais cidades produtoras de uva do Rio Grande do Sul; e identificar vinícolas da região que comercializem ou produzam o suco de uva. Para tanto a metodologia utilizada contou com o uso de tabelas para a visualização dos dados, e explanação dos resultados por meio de texto. O período de análise dos dados secundários é de 2010 à 2017, sendo que o principal resultado encontrado se refere ao fato de que o Rio Grande do Sul tem o maior volume de produção de uvas comparado com outros estados brasileiros, em todos os anos da análise.

PALAVRAS-CHAVE: Agronegócio, Rio Grande do Sul, setor vitivinícola, produção de Uva.

THE ECONOMIC REPRESENTATIVITY OF THE WINE SECTOR IN THE REGIONAL, STATE AND NATIONAL SCENARIO

ABSTRACT: Agribusiness is of fundamental importance in the Brazilian economy, it is present in all regions of the country, however, some of these are more conducive to certain cultures, due to edaphoclimatic issues and related to the other links in the production chain, such as the distribution and commercialization of the product for the final consumer. In view of the importance of agribusiness, it was decided to conduct a study on the grape, which aimed to visualize the reality

of Rio Grande do Sul in relation to the National scenario, also identifying which regions of the State are concentrated the largest grape production and, consequently, the juice of this fruit. As specific objectives, there was a need to measure the volume of grapes produced in Rio Grande do Sul; identify the main grape producing cities in Rio Grande do Sul; and identify wineries in the region that market or produce grape juice. For that, the methodology used relied on the use of tables to visualize the data, and to explain the results through text. The period of analysis of secondary data is from 2010 to 2017, with the main result found referring to the fact that Rio Grande do Sul has the highest volume of grape production compared with other Brazilian states, in all years of the analysis.

KEYWORDS: Agribusiness, Rio Grande do Sul, wine Sector, grape production.

1 | INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do agronegócio brasileiro é resultado das mudanças no panorama econômico mundial, que provocam alterações no agronegócio local, regional, nacional e internacional (BINOTTO; SIQUEIRA; NAKAYAMA, 2009). As discussões que cerceiam o agronegócio tornam-se fundamentais, visto o crescimento e importância que o mesmo representa, principalmente no que se refere ao giro que os produtos apresentam por englobar produtos necessários à sobrevivência humana. A agricultura é responsável por uma infinidade de produtos, os quais originam novos produtos por meio de processos de produção e transformação. Como exemplo a uva, da qual surge uma variedade de subprodutos, entre eles o suco, vinhos e espumantes.

O Brasil tem papel importante na importação e exportação da uva, pois está entre os dez maiores importadores do produto, especialmente provenientes do Chile e Argentina. Conforme dados do IBGE (2010) o Rio Grande do Sul destaca-se no cenário Nacional como um grande produtor de uvas, com aproximadamente 50.389 mil hectares de área plantada. Observa-se a importância que este produto tem para o desenvolvimento da região.

As diferenças climáticas existentes entre algumas regiões do Brasil não impedem a produção da uva, visto que a mesma se difundiu e se adaptou nas mais diversas situações. Nesse sentido Protas (2003) destaca que, no Brasil, existem diversas vitiviniculturas, cada uma com sua realidade climática, fundiária, tecnológica, humana e mercadológica. Completa ainda que para cada uma das realidades, o cenário que se esboça neste início de século XXI, é de competição acirrada, no mercado externo e no interno. Isso exige um esforço da cadeia produtiva tendo em vista a obtenção de melhores resultados para que o negócio se torne viável para os envolvidos na cadeia produtiva.

Ao observar a importância que o agronegócio tem na economia e, de forma imprescindível, na vida da população notou-se a oportunidade de realizar um estudo nessa área. Sendo assim, este trabalho teve como principal objetivo visualizar a realidade do Rio Grande do Sul frente ao cenário Nacional, identificando, também, em quais regiões do Estado concentram-se as maiores produções de uva e, conseqüentemente, do suco dessa fruta.

Em consonância com o objetivo proposto e complementando-o, teve-se como objetivos específicos:

- Mensurar o volume de uva produzido no Rio Grande do Sul;
- Identificar as principais cidades produtoras de uva do Rio Grande do Sul;
- Identificar vinícolas da região que comercializem ou produzam o suco de uva.

Espera-se que, com este estudo, os alunos-pesquisadores e interessados no tema possam compreender de forma clara o cenário em que o suco de uva encontra-se, bem como visualizar a cadeia de distribuição do produto.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Agronegócio

Ao abordar o termo agronegócio é imprescindível entender, primeiramente, seu conceito e origem. Nesse sentido, é relatado por Freitas (2019) que agronegócio corresponde à junção de diversas atividades produtivas que estão diretamente ligadas à produção de produtos derivados da agricultura e pecuária. Entretanto, o agribusiness, não fica restrito a um conceito simples, pois abrange o uso de tecnologias e biotecnologias utilizadas na produção para que se obtenha o nível desejado de saídas do processo produtivo. Ressaltando os aspectos citados, Lourenço (2019) afirma que o conceito de agronegócio implica na ideia de cadeia produtiva, com seus elos entrelaçados e sua interdependência. Basta analisar esse conceito para verificar a importância de cada etapa do processo produtivo.

Está inserido no conceito de cadeia produtiva, o fato de que a produção agrícola ultrapassou os limites territoriais que dividiam a fazenda do mercado. Segundo Lourenço (2019), a agricultura depende de insumos adquiridos fora da fazenda e sua decisão do que, quanto e como produzir, está fortemente relacionada ao mercado consumidor. É ressaltado, também, pelo mesmo autor, que existem diferentes agentes no processo produtivo, inclusive o agricultor, em uma permanente negociação de quantidades e preços.

Para entender de forma clara a presença dessa cadeia produtiva, Davis e Goldberg (1957) definem o agronegócio como a soma total das operações de produção e distribuição de suprimentos agrícolas; das operações de produção na fazenda; do armazenamento, processamento e distribuição dos produtos agrícolas e itens produzidos a partir deles. Então, o agronegócio compreende as atividades internas à propriedade e também as externas.

Algumas pessoas ainda confundem a diferença entre agricultura e agronegócio, para tanto, Araújo (2007) explica que surgiu a necessidade de uma concepção diferente da “agricultura”, já não se trata de propriedades autossuficientes, mas de todo um complexo

de bens, serviços e infraestrutura que envolve agentes diversos e interdependentes. Portanto, a interação da propriedade com o meio externo foi um dos fatores responsáveis pelo surgimento de conceitos como o de agronegócio.

2.2 Agronegócio no Brasil

O agronegócio está presente em todas as regiões do País, porém, algumas são mais propícias a determinadas culturas, em comparação com o todo, devido a questões climáticas e relacionadas com a cadeia produtiva como a produção, distribuição e comercialização do produto para o consumidor final. Muitos locais estão aumentando sua produção e diversificando os produtos, como é apresentado na Cartilha da Via Campesina (2005) há tendência para transferir a produção de grãos do Sul (RS, SC, PR), para o Centro-Oeste.

O agronegócio é um tema presente na economia brasileira. Segundo Tajés (2008), o Brasil possui vocação para o agronegócio, em face de suas características e diversidades, tanto de clima quanto de solo, possuindo ainda áreas agricultáveis altamente férteis e ainda inexploradas. Isso faz com que o País possa atender melhor a demanda de produtos provindos da agricultura.

O aumento da demografia mundial, e sua conseqüente demanda por alimentos é tido, por Tajés (2008), como um fator que leva a uma previsão de que o Brasil alcançará o patamar de líder mundial no fornecimento de alimentos e commodities ligadas ao agronegócio, solidificando sua economia e catapultando seu crescimento. Aliado a isso, tem-se o bom desempenho do País em meio às crises econômicas e financeiras, pois, segundo o autor, no que se refere ao setor de agronegócio, os valores econômicos dos principais produtos do Rio Grande do Sul não foram prejudicados, mesmo quando houve variações de Commodities.

Outro aspecto importante no desempenho do Brasil, é que em meio às crises este pode ter vantagens competitivas. Isso é evidenciado por Tajés (2008) as citar que as crises internacionais ainda não trouxeram conseqüências negativas para o agronegócio do Rio Grande do Sul, afora alguma dificuldade maior para captação de recursos financeiros para os novos entrantes. A desvalorização do dólar tem favorecido o aumento das vendas internacionais.

2.3 Agronegócio no Rio Grande do Sul

Segundo dados da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), a participação do agronegócio contribuiu com 23,5% para o PIB em 2017. Deste modo, Gasques et al. (2004) ressaltam que o Agronegócio é um segmento de suma relevância para a economia brasileira, o qual corrobora a estabilizar a macroeconomia gerando empregos e renda, possibilitando abrandar o déficit comercial provindo de outros setores produtivos. Observa-se, ainda que a agricultura familiar assume papel fundamental na geração de riqueza para o país.

No Rio Grande do Sul, conforme Guilhoto (2019), as estimativas do PIB do agronegócio familiar são ainda mais impressionantes que a do País. Relata, também, que a análise da evolução do PIB do agronegócio ao longo de oito anos (1995-2003) mostra que as unidades de produção familiar e os setores a ela vinculados respondem por parcela expressiva da economia do estado.

Os entraves ao agronegócio no estado não têm afetado de forma significativa. De acordo com Guilhoto (2019), a participação do agronegócio familiar na economia gaúcha tem se tornado maior ao longo dos anos mesmo com uma série de entraves. O autor especifica os entraves como sendo a insuficiência de terras, as dificuldades creditícias, o menor aporte tecnológico e a fragilidade da assistência técnica e a subutilização da mão-de-obra.

Em linhas gerais, o Rio Grande do Sul tem peculiaridades que possibilitam o êxito rural das propriedades familiares. Guilhoto (2019) revela que fatores inerentes à forma de colonização e a herança cultural de povos europeus capacitaram os produtores a desenvolverem formas de associativismo, permitindo que pequenas unidades produtoras possam competir com as grandes propriedades. Isso porque, os ganhos de escala obtidos nas grandes propriedades (especialmente devido ao serviço do maquinário agrícola) não são tão discrepantes. A cooperação mútua entre pequenos produtores e a disponibilidade de serviços agrícolas de forma terceirizada, nos mercados locais, supre esse tipo de demanda da produção familiar e reduz a diferença de rentabilidade que existe entre os cultivos em pequena e larga escala, dando maiores oportunidades à agricultura familiar.

2.4 Uva

A uva tem sua inserção no Brasil em dois momentos, a saber, os Portugueses introduziram as primeiras variedades de uvas no País. Porém, a viticultura brasileira somente se consolidou em meados do século XIX com a introdução de uma uva americana pelos imigrantes italianos, tal fato fez com que houvesse a substituição dos vinhedos de uvas europeias.

O primeiro ciclo de expansão da viticultura brasileira, portanto, teve como base o cultivo de uvas americanas, rústicas e adaptadas às condições edafoclimáticas locais. Esta fase também estabeleceu novos rumos para a tecnificação da vitivinicultura nacional, principalmente visando prevenir o ataque de pragas e doenças (SOUZA, 1996).

A cultura da uva espalhou-se pelo País e evolui bastante. Esta evolução vem dando suporte ao desenvolvimento e à adoção de novas tecnologias que contribuem para o estabelecimento da vitivinicultura como uma atividade economicamente rentável no País.

O mercado consumidor da uva é segmentado, visto que há diversos tipos de uvas e derivados da mesma, a diversidade é tida como a principal característica Setor Vitivinícola Brasileiro. Em relação a esse setor Camargo et al. (2010), ressaltam que o mesmo é

formado por várias cadeias produtivas, sendo elas, uvas finas e americanas e híbridas para mesa, uvas para elaboração de vinhos finos, e uvas americanas e híbridas para a elaboração de vinhos de mesa e sucos. Trata-se, portanto, de um setor que se adapta aos gostos e necessidades individuais dos consumidores desse produto.

Dos estados brasileiros produtores e processadores da uva, o Rio Grande do Sul possui destaque, pois, segundo Mello (2010), é o responsável por cerca de 90% da produção nacional de vinhos e suco de uvas. Essa produção se deve principalmente pelas condições climáticas do Estado.

2.5 Suco de uva

A elaboração de sucos de uva teve seu início nos Estados Unidos no ano de 1868, quando, conforme Cainelli (2019), um grupo de religiosos, aplicando as ideias de Louis Pasteur na elaboração de uvas Concord, pôde fazer um “vinho não fermentado sacramental” para uso em sua igreja. O suco de uva brasileiro ganhou expressão em termos de produção e mercado a partir da década de 1970. Sua elaboração se dá principalmente, com uvas do grupo das americanas e híbridas, sendo as cultivares Isabel, Bordô e Concord, todas de *Vitis labrusca*, a base para o suco brasileiro (TERRA et al., 2001).

As demandas específicas do suco de uva são a doçura, a cor, o sabor e o aroma, além das condições e dos métodos de elaboração do suco de uva, a cultivar e a maturação dos frutos são extremamente importantes na obtenção do suco de qualidade, tecnologicamente é essencial a busca do equilíbrio entre o teor de açúcar e acidez para se produzir um suco de uva de boa qualidade e com a uva Concord, por possuir tal equilíbrio é a cultivar mais utilizada na preparação dos sucos de uva (FERRI et al, 2017).

A grande procura na atualidade por meios que favoreçam uma vida saudável tem impulsionado as pesquisas por novas substâncias que contemplam tais necessidades, entre estas substâncias encontram-se os polifenóis, destacando-se as pesquisas do resveratrol que está presente em diversas plantas, em especial na uva e seus derivados (SAUTTER et al., 2005).

Dos produtos derivados da uva, o suco está ganhando espaço e conquistando o gosto de consumidores preocupados com a saúde. Conforme relatado no site da UVIBRA (2019), estudos revelam que o suco de uva preta ou rosada pode trazer os mesmos benefícios à saúde que o vinho por conter antioxidantes, aos quais se atribuem os bons efeitos do vinho sobre o coração. A diferença entre os produtos se baseia no fato de que, no suco, a duração do efeito dos flavonoides é maior. O suco elaborado com uva Concord e outras *Vitis labrusca* contém faixas elevadas e amplas de polifenóis, tem elevada capacidade antioxidante, igual que o verificado nos vinhos tintos em geral. Isso demonstra a importância que o suco dessa fruta tem na saúde da população.

3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo abordou a produção da uva, sua concentração e a realidade do Rio Grande do Sul frente ao cenário Nacional no que diz respeito a este produto. Fez-se necessário um levantamento bibliográfico com os principais assuntos referentes ao tema do estudo, tendo como principal objetivo a interação dos envolvidos com o assunto e com o contexto da pesquisa.

Para suprir os objetivos propostos pela pesquisa, foram utilizados dados secundários oriundos de sites relacionados com o tema, com destaque para o Embrapa Uva e Vinho, Instituto Brasileiro do Vinho – Ibravin. Os dados secundários são aqueles que se encontram à disposição do pesquisador em boletins, livros, revistas, dentre outros. Para Marconi e Lakatos (2007) as fontes secundárias possibilitam a resolução de problemas já conhecidos e explorar outras áreas onde os problemas ainda não se cristalizaram suficientemente. Os dados quantitativos foram apresentados em forma de tabela. Selecionou-se o período de 2010 a 2017 para a análise a qual se deu em forma de texto.

4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

O presente item aborda a realidade do Rio Grande do Sul frente ao cenário Nacional, destacando as regiões do estado onde há concentração de produção de uva e suco da fruta, principais cidades produtoras da referida fruta, e principais vinícolas e empresas do estado que produzem suco de uva.

4.1 Produção de uva por estado brasileiro

Para compreender como o Rio Grande do Sul está em relação ao cenário brasileiro no que tange à produção de uva, foi elaborado um comparativo entre os estados brasileiros que possuem produção da uva, com um período de análise de 2010 a 2017 (Tabela 1).

UF	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Rio Grande do Sul	694.252	829.991	839.998	807.516	812.326	876.034	413.668	956.887
Pernambuco	195.168	208.660	224.758	228.727	236.719	237.367	242.967	621.170
São Paulo	187.507	211.581	209.139	164.313	152.540	141.311	139.976	133.261
Santa Catarina	64.116	65.093	68.806	67.167	66.619	66.699	31.837	65.196
Bahia	77.160	64.731	61.779	52.208	76.870	76.789	76.789	56.504
Paraná	95.776	73.166	69.204	79.637	75.473	65.881	50.880	53.345
Minas Gerais	9.252	9.303	10.351	12.092	10.893	11.760	10.594	13.685
Espírito Santo	1.576	1.344	1.555	1.733	2.109	2.275	2.509	3.468
Paraíba	1.620	2.016	1.836	1.836	4.036	2.196	2.636	2.620
Distrito Federal	1.289	1.308	1.360	1.845	1.845	1.890	1.386	1.700
Goiás	1.100	1.545	1.275	2.180	1.994	2.124	2.100	1.650
Mato Grosso	1.033	1.021	1.024	1.008	1.270	887	1.257	1.002
Ceará	294	302	297	244	541	923	760	708
Rio de Janeiro	82	118	128	142	145	101	258	302
Piauí	100	60	210	230	162	168	240	240
Rondônia	143	150	182	167	165	177	180	187
Mato Grosso do Sul	102	68	70	60	150	85	80	78
Rio Grande do Norte	0	0	0	0	0	0	30	30
Tocantins	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabela 1. Histórico da Produção de Uva no Brasil (em Toneladas).

Fonte: Embrapa Uva e Vinho (2019).

O Rio Grande do Sul tem o maior volume de produção de uvas comparado com outros estados brasileiros, em todos os anos da análise como mostra a Tabela 1, tendo produzido um volume de 694.252 t em 2010, passando para 956.887 t em 2017. O segundo maior estado produtor de uva, no ano de 2010, foi Pernambuco com uma produção que girou em torno de 195.168 t, entretanto no ano de 2011, São Paulo apresentou um volume de 211.581 t de uva, ocupando a segunda posição no ranking no referido ano. Nos demais anos da análise a segunda posição ficou novamente com o estado do Pernambuco, o qual apresentou produção crescente de uva, fechando o ano de 2017 com 621.170 t, uma produção bem menor se comparado ao estado gaúcho. A produção de uva é mais concentrada em seis estados: Rio Grande do Sul, Pernambuco, São Paulo, Santa Catarina, Bahia e Paraná. Apenas Rio Grande do Norte e Tocantins iniciaram recentemente a produção de uva.

4.2 Principais regiões produtoras de uva e suco de uva bem como seus respectivos municípios com maior representatividade no setor

As observações contidas neste tópico basearam-se em informações da Embrapa Uva e Vinho (2019). Com isso, tem-se que a viticultura no Brasil ocupa uma área de aproximadamente 83.718 ha. Em função da diversidade ambiental, existem polos com viticultura característica de regiões temperadas, com um período de repouso hibernar

definido, polos em áreas subtropicais onde normalmente a videira é cultivada com dois ciclos anuais, definidos em função de um período de temperaturas mais baixas no qual há risco de geadas; e polos de viticultura tropical onde é possível a realização de podas sucessivas, com dois e meio a três ciclos vegetativos por ano.

Embora a produção de vinhos, suco e derivados da uva e do vinho também ocorra em outras regiões, a maior concentração está no Rio Grande do Sul. No estado a principal região produtora é a da Serra Gaúcha (Vale dos Vinhedos, Pinto Bandeira, Flores da Cunha e Nova Pádua) cujos indicadores climáticos médios são: precipitação 1700 mm distribuídos ao longo do ano, temperatura 17,2°C e umidade relativa do ar 76%. Localizada no nordeste do Rio Grande do Sul, é a maior região vitícola do país, com 40 mil hectares de vinhedos, segundo o Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul. Trata-se de uma viticultura de pequenas propriedades, com média de 15 ha de área total, destes 40% a 60% de área útil e 2,5 ha de vinhedos, pouco mecanizada devido à topografia acidentada, onde predomina o uso da mão-de-obra familiar.

As empresas que elaboram suco de uva apresentam uma estrutura moderna e com alta tecnologia. Os investimentos na implantação de novas estruturas de processamento e concentração de suco de uva e de outras frutas na região da Serra Gaúcha evidenciam o potencial de expansão deste mercado e a tendência de diversificação dentro da cadeia vitivinícola.

As condições ambientais determinam um período de repouso hibernar à videira. A poda é realizada em julho-agosto e a colheita em janeiro e fevereiro. Cerca de 80% da produção é de uvas americanas e híbridas, sendo a Isabel a cultivar de maior expressão. A densidade de plantio situa-se entre 1600 a 3300 plantas por hectare e predomina o sistema de condução em latada ou pérgola (horizontal), proporcionando produção de 18 a 30 toneladas por hectare, de acordo com a cultivar e com a safra.

A maior parte da uva colhida é destinada à elaboração de vinhos, sucos e outros derivados. Uma pequena porcentagem da produção, especialmente de uvas americanas como Niágara Rosada e Isabel, é destinada ao mercado para consumo in natura. A Serra gaúcha foi o único polo brasileiro de vinhos finos nos anos 70. Responde por 90% do vinho produzido no Brasil e tem como destaque o município de Bento Gonçalves.

O Vale dos Vinhedos compreende áreas dos municípios de Bento Gonçalves, Garibaldi e Monte Belo do Sul, a cerca de 130 km de Porto Alegre. Próximas dali, as cidades de Flores da Cunha, Caxias do Sul e Farroupilha também são importantes produtoras de uva. Bento Gonçalves é ponto de partida também para um roteiro especial, Vinhos de Montanha, no distrito de Pinto Bandeira, enquanto um circuito diferente, mas de nome parecido, Vinhos dos Altos Montes, visita cantinas de Flores da Cunha e Nova Pádua.

A campanha gaúcha, fronteira do Brasil com o Uruguai exibe clima temperado com verões quentes e secos, menos chuvosos que a Serra Gaúcha. O principal polo continua sendo Palomas, em Santana do Livramento, onde a empresa americana Almadén plantou

nos anos setenta vinhedos hoje pertencentes à multinacional Pernod-Rica. A região produz uvas tannat, cabernet sauvignon e merlot entre as tintas e riesl. Destacando-se os municípios de Bagé e Candiota, na região da Campanha Meridional e Pinheiro Machado e Encruzilhada do Sul, na região da Serra do Sudeste. Além destes, a viticultura está sendo implantada em outros municípios não tradicional como alternativa de diversificação de pequenas propriedades, principalmente na região do Alto Uruguai do Rio Grande do Sul, onde a matriz produtiva com base na cultura de pequenas áreas de soja, trigo e milho tornou-se inviável.

Ainda no Rio Grande do Sul, na região da Campanha Central, que tem como principal polo produtor o município de Santana do Livramento, encontra-se um polo vitícola implantado e consolidado há mais de 20 anos, cujo perfil da propriedade difere daquela existente na região tradicional. Trata-se de um tipo de exploração empresarial em grandes áreas com uso intensivo de capital, tanto na mecanização, quanto na contratação da mão-de-obra.

4.3 Principais vinícolas e empresas do RS que produzem suco de uva

Os resultados presentes neste item basearam-se em informações do Instituto Brasileiro do Vinho – Ibravin (2019).

- Vinícola Aurora - A história da vinícola inicia em 1875, com a chegada de imigrantes oriundos do norte da Itália. Na Serra Gaúcha encontraram paisagens e clima similares aos de seu país de origem.
- Vinícola Salton - Em 1878, a Família Salton, vinda da Itália, foi uma das primeiras a chegar ao Rio Grande do Sul e instalou-se numa localidade fundada com o nome “Vila Izabel”, atual Bento Gonçalves.
- Vinícola Garibaldi - Atualmente possui uma área construída de 32.000 m² e sua capacidade de estocagem é de 20.000.000 de litros de vinho.
- Vinícola Miolo - a Miolo fez da sua comunicação um patrimônio sólido, que possui características marcantes.
- Vinícola Perini - Antonio e Giuseppe Perini chegaram ao Brasil em 1876, trazendo da Itália a arte de transformar uva em vinho e a imagem do Santo Anjo da Guarda para abençoar seus vinhedos.
- Vinícola Cave de Amadeu - Fundada em 1979 pelo engenheiro agrônomo e enólogo Mario Geisse, chileno que veio para o Brasil em 1976, contratado para dirigir a Chandon do Brasil.
- Marco Luigi - A Marco Luigi oferece um seletto grupo de vinhos e espumantes elaborados com uvas selecionadas.

- Vinícola Peterlongo - Em 1899, Manoel Peterlongo e sua família migraram da Itália rumo ao sul do Brasil, com a intenção de produzir bebidas finas.

No Rio Grande do Sul, além das acima citadas, tem-se a presença de outras vinícolas e empresas, porém com menor representatividade no setor. São elas: Casa da Madeira, Coop. Vin. Garibaldi, Tecnovin, Catafesta, Coop. Aliança, Coop. Monte Vêneto, Irmãos Molon, Natural Products, Vinícula Muraro, Vinícula Galiotto, Vinícola Menakaho, Terragnolo, Del Grano, Don Cândido, Catafesta, Famiglia Tasca.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo visualizou a realidade do Rio Grande do Sul frente ao cenário Nacional, no que tange à produção de uva. A diferença entre os estados em termos de volume de produção da uva é grande, com destaque para o estado gaúcho, em todos os anos analisados.

Foi possível verificar que a produção de uva é concentrada em seis estados, a saber, Rio Grande do Sul, Pernambuco, São Paulo, Santa Catarina, Bahia e Paraná. E que dezessete estados produziram durante o período de análise que compreende os anos de 2010 a 2017. Apenas dois estados – Rio Grande do Norte e Tocantins – iniciaram recentemente a produção de uva. O Rio Grande do Sul tem uma variedade ampla de vinícolas e empresas que atuam na área de vinhos, de sucos de uva e demais derivados da fruta, dentre elas destacam-se quanto ao nível de representatividade, Vinícola Aurora, Vinícola Salton, Vinícola Garibaldi, Vinícola Miolo, Vinícola Perini, Vinícola Cave de Amadeu, Marco Luigi e Vinícola Peterlongo.

Em suma, os objetivos ao qual o estudo se propôs foram totalmente contemplados, sendo que os pesquisadores puderam visualizar de forma ampla o contexto em que o Rio Grande Sul encontra-se, identificando as principais regiões produtoras de uva do estado.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. J. **Fundamentos de agronegócio**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.

BINOTTO, E.; SIQUEIRA, E. S.; NAKAYAMA, M. K. **Criação de Conhecimento no Agronegócio: estudo de casos**. Revista de Administração. UFSM, Santa Maria, v. 2, n. 3, p. 367-384, set./dez. 2009

CAINELLI. **Suco de Uva – Bebida Saudável**. Disponível em www.enologia.org.br. Acesso em Julho de 2019.

CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G.; RITSCHER, P. **Embrapa Uva e Vinho: novas cultivares brasileiras de uva**. Ano de 2010. Disponível em www.cnpuv.embrapa.br.

CARTILHA VIA CAMPESINA. **A natureza do Agronegócio no Brasil**, 2005.

DAVIS, J. H.; GOLDBERG, R.A. **A concept of agribusiness. Division of Research**. Graduate School

of Business Administration. Boston: Harvard University, 1957.

EMBRAPA UVA E VINHO. **Vitivinicultura brasileira**. Disponível em www.cnpuv.embrapa.br, Acesso em Julho de 2019

GASQUES, J. G. et al. **Desempenho e crescimento do agronegócio no Brasil**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, fev. 39 p. (IPEA. Texto para discussão, 1.009), 2004.

GUILHOTO, J.; ICHIHARA, S. M.; SILVEIRA, F. G.; AZZORI, C. R. **Comparação entre o agronegócio familiar do Rio Grande do Sul e do Brasil**. Disponível em www.usp.br Acessado em Julho de 2019.

IBGE. **Área plantada de videiras no Brasil, em hectares**. Dados de 2010.

IBRAVIN, Instituto brasileiro do Vinho. **Dados estatísticos da Uva**. Disponível em <https://www.ibravin.org.br/Dados-Estatisticos>. Acesso Em Julho de 2019.

FERRI, V. C.; SAINZ, R. L.; BANDEIRA, P. S. **Aceitação de blends de uvas 'Bordô' e 'Isabel' em sucos**. Brazilian Journal of Food Research. Campo Mourão, v. 8 n. 3, p. 88-101, jul./set. 2017.

FREITAS, E. **Agronegócio**. Disponível em <http://mundoeducacao.uol.com.br>, acesso em Julho de 2019.

LOURENÇO, J. C. **A Evolução do Agronegócio Brasileiro no Cenário Atual**. Disponível em www.administradores.com.br, acesso em Julho de 2019.

MELO, L. M. R. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2010**. Disponível em www.cnpuv.embrapa.br.

PROTAS, J. F. S. **Uvas Americanas e Híbridas para Processamento em Clima Temperado**. Versão eletrônica de Janeiro de 2003. Disponível em sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br.

SAUTTER, C. K.; DENARDIN, S.; ALVES, A. O.; MALLMANN, C. A.; PENNA, N. G.; HECKTHEUER, L. H. **Determinação de resveratrol em sucos de uva no Brasil**. Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, 25(3): 437-442, jul.-set. 2005.

SOUSA, J. S. I. **Uvas para o Brasil**. 2. ed. rev. aum. Piracicaba: FEALQ, 1996.

TAJES, R. **A Economia e o Agronegócio no Brasil e sul do Brasil**. Observatório da Economia Latino americana, Número 105, 2008. Texto completo em www.eumed.net/coursecon/ecolat/br/.

TERRA, M. M.; POMMER, C. V.; PIRES, E. J. P.; RIBEIRO, I.J.A.; GALLO, P.B.; PASSOS, I.R.S. **Produtividade de cultivares de uva para suco sobre diferentes porta-enxertos** IAC em Mococa-SP. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.23, n.2, p.382 - 386. 2001.

UVIBRA – União brasileira de Vitivinicultura. Vinho & Saúde. **Os benefícios da uva**. Disponível em www.uvibra.com.br, acesso em Julho de 2019.

UVIBRA – União brasileira de Vitivinicultura. **Produção de vinhos, sucos e derivados do Rio Grande do Sul, em litros - 2007/2010**. Disponível em www.uvibra.com.br, acesso em Julho de 2019.

CAPÍTULO 9

EFEITOS DA ADIÇÃO DE FARELO DE ARROZ E QUEBRADO DE SOJA NO PROCESSO FERMENTATIVO E COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DE SILAGEM DA CANA-DE-AÇÚCAR

Data de aceite: 11/09/2020

Data da submissão: 05/06/2020

Darley Oliveira Cutrim

Instituto Federal do Tocantins – IFTO, Campus Avançado Pedro Afonso, Pedro Afonso – TO.
<http://lattes.cnpq.br/9841875526533460>

Warly dos Santos Pires

Universidade Federal do Tocantins – UFT, Campus Gurupi, Gurupi – TO.
<http://lattes.cnpq.br/3678490182502861>

Aline da Silva Santos

Instituto Federal do Tocantins – IFTO, Campus Avançado Pedro Afonso, Pedro Afonso – TO.
<http://lattes.cnpq.br/1371295101193405>

Kaliandra Souza Alves

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA. Campus Parauapebas. Parauapebas – PA.
<http://lattes.cnpq.br/9359491719219283>

Dayana Lima Maciel

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA. Campus Parauapebas. Parauapebas – PA.
<http://lattes.cnpq.br/7290342549905133>

Ana Rafaela Bezerra Cavalcante de Sousa

Instituto Federal do Tocantins – IFTO, Campus Avançado Pedro Afonso, Pedro Afonso – TO.
<http://lattes.cnpq.br/6889772560951177>

Marcos Sousa Bezerra

Universidade Estadual do Tocantins – UNITINS, Campus Palmas, Palmas – TO.
<http://lattes.cnpq.br/1941927041203946>

Luciane Rodrigues Noletto

Universidade Federal do Tocantins – UFT, Campus Gurupi, Gurupi – TO.
<http://lattes.cnpq.br/1450414615847758>

RESUMO: O trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos da inclusão do farelo de arroz ou quebrado de soja como aditivos, em doses distintas, sobre o processo fermentativo e a composição nutricional da cana-de-açúcar ensilada. A cana-de-açúcar foi cortada, triturada e ensilados em silos experimentais cilíndricos de “PVC” sendo compactados para obter densidade de 500 a 600 kg/m³. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições, sendo cada silo experimental uma unidade amostral. Os aditivos foram adicionados nos níveis de 5 e 10% do material ensilado. Os tratamentos foram: silagem de cana sem uso de nenhum aditivo; silagem de cana + 5% de farelo arroz; silagem de cana + 10% de farelo de arroz; silagem de cana + 5% de quebrado de soja; e silagem de cana + 10% de quebrado de soja. Os tratamentos utilizando 5 e 10% de farelo de arroz, e 5 e 10% do quebrado de soja elevaram o teor de matéria seca em comparação ao tratamento silagem da cana-de-açúcar pura. A inclusão dos aditivos farelo de arroz e quebrado de soja melhora a qualidade nutricional da silagem de cana-

de-açúcar. Recomenda-se a inclusão de farelo de arroz ao nível de 5%, pois melhora a fermentação e qualidade nutricional.

PALAVRAS-CHAVE: Composição nutricional, aditivos absorventes de umidade, silagem.

EFFECTS OF ADDING RICE BRAN AND SOYBEAN BROKEN ON THE FERMENTATION PROCESS AND NUTRITIONAL COMPOSITION OF SUGARCANE SILAGE

ABSTRACT: The work was conducted with the objective of evaluating the effects of including rice bran or soybean broken as additives, in different doses, on the fermentation process and the nutritional composition of sugarcane silage. Sugarcane was cut, crushed and ensiled in experimental cylindrical silos “PVC” and compacted to obtain a density of 500 to 600 kg/m³. The experimental design was completely randomized, with five treatments and six repetitions, each experimental silo being a sample unit. Additives were added at the levels of 5 and 10% of the ensiled material. The treatments were: sugarcane silage without using any additives; sugarcane silage + 5% rice bran; sugarcane silage + 10% rice bran; sugarcane silage + 5% soybean broken; and sugarcane silage + 10% soybean broken. The treatments using 5 and 10% of rice bran, and 5 and 10% of the soybean broken increased the dry matter content in comparison to the treatment of pure sugarcane silage. The inclusion of additives rice bran and soybean broken improves the nutritional quality of sugarcane silage. It is recommended to include rice bran at the level of 5%, as it improves fermentation and nutritional quality.

KEYWORDS: Nutritional composition, moisture absorbers additives, silage.

1 | INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é umas das gramíneas mais importantes no mundo, ela tem grande importância no agronegócio brasileiro, representado a indústria sucroalcooleira cerca de 2% das exportações nacionais, além de reunir 6% dos empregos agroindustriais brasileiros, contribuindo de maneira efetiva para o crescimento do mercado nacional de bens de consumo (CARVALHO et al., 2013). Com safra de 750 milhões de toneladas produzidas em 2015 (IBGE, 2016).

A cana-de-açúcar é um volumoso que vem se destacando na alimentação de bovinos, em razão do baixo custo por unidade de matéria seca produzida, da manutenção do valor nutritivo, da maior disponibilidade nos períodos de escassez de forragem nas pastagens e do melhor desempenho econômico em comparação a outras forrageiras (COSTA et al., 2005). O que contribui para reduzir o problema da estacionalidade de produção de forragem, que segundo Teixeira (2007) é um fato concreto e que tem causado prejuízos à pecuária nacional, uma vez que a maioria dos produtores não se preparam para

suplementar seus rebanhos nesse período.

Normalmente a cana-de-açúcar é utilizada fresca, sendo colhida, picada e fornecida aos animais diariamente. Contudo, este manejo demanda mão-de-obra diária para cortes, despalha, transporte e picagem, o que pode gerar problemas de manejos para produções em alta escala (LOPES e EVANGELISTA, 2010; QUEIROZ et al., 2008). Assim, a ensilagem da cana-de-açúcar apresenta-se como solução para tais problemas.

No entanto, existem fatores que dificultam o uso da cultura para esse processo, como o alto teor de carboidratos solúveis e a grande população de leveduras (SOUSA et al., 2008) que geram uma intensa fermentação alcoólica quando a forragem é ensilada pura (LOPES e EVANGELISTA, 2010), promovendo grande redução de matéria seca, carboidratos solúveis e redução do valor nutritivo da silagem. Nesse sentido, o uso de aditivos é importante para reduzir a intensidade da fermentação alcoólica, típica desse material (SCHMIDT, 2009), melhorando a qualidade da silagem de cana-de-açúcar.

Vários trabalhos mostram efeito positivo da adição de aditivos microbianos (SANTOS et al., 2010; ZOPOLLATTO et al., 2009) e/ou aditivos químicos (SIQUEIRA et al., 2011; SANTOS et al., 2009) sobre o padrão de fermentação e qualidade da silagem de cana. Uma outra alternativa é o uso de produtos denominados de absorventes de umidade.

A adição de um produto com alto teor de matéria seca funciona como aditivo absorvente de umidade, elevando o teor de matéria seca do material ensilado, o que torna o ambiente menos favorável para o desenvolvimento das leveduras e contribui para menores perdas de efluentes (SANTOS et al., 2010). Aditivos que elevam os teores de carboidratos solúveis também são utilizados como forma de melhorar o material da silagem para fermentação (SOUZA et al. 2003).

Subprodutos da agroindústria tem sido utilizado para esse fim, tais como o farelo de arroz, casca de soja (MONTEIRO et al., 2011), fubá e mandioca (LOPES et al., 2007), apresentando resultados positivos sobre a melhoria da fermentação e qualidade da silagem de cana-de-açúcar. Assim, subprodutos da soja e da produção de arroz, culturas de destaque no Estado do Tocantins apresentam potencial para uso como aditivos absorventes de umidade na ensilagem de cana-de-açúcar.

Nesse sentido, este trabalho teve o objetivo de avaliar os efeitos da inclusão do farelo de arroz ou quebrado de soja como aditivos, em doses distintas, sobre o processo fermentativo e composição nutricional da cana-de-açúcar ensilada.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área de campo experimental (fazendinha) do Campus Avançado Pedro Afonso, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – IFTO.

A cana-de-açúcar utilizada foi a cultivar (RB72454), oriunda do canavial disponível na fazendinha. Foi realizado o corte manual utilizando facões, em seguida foi retirada

as palhadas de cada cana e o material remanescente, colmos e parte área verde, foram triturados em máquina picadeira estacionária para obter partículas com tamanho de 1 a 2cm. Os aditivos utilizados foram farelo de arroz e quebrado de soja. O farelo de arroz foi obtido por meio de doação de beneficiadora localizada no município de Pedro Afonso-TO, e o quebrado de soja foi obtido, por doação, da Cooperativa Agroindustrial do Tocantins – COAPA, também localizada em Pedro Afonso-TO.

Os aditivos foram adicionados no momento da ensilagem nos níveis de 5% e 10% da quantidade total do material ensilado, calculados com base no peso da matéria verde da cana-de-açúcar triturada. Assim os tratamentos foram: cana-de-açúcar pura (controle) sem uso de nenhum aditivo (SC); silagem de cana + 5% de farelo arroz (SCFA5); silagem de cana + 10% de farelo de arroz (SCFA10); silagem de cana + 5% de quebrado de soja (SCQS5); e silagem de cana + 10% de quebrado de soja (SCQS10%).

O material foi ensilado em silos experimentais cilíndricos de “PVC”, com 10 cm diâmetro por 40 cm de comprimento, compactando com soquete de madeira e tomando cuidado para obter uma densidade entre 500 a 600 kg/m³ de forragem (REZENDE et al., 2009) e posteriormente foram fechados. Cada silo possuía uma tampa adaptada com válvula tipo Bunsen para o escape de gases. Sendo confeccionados 06 silos para cada tratamento (repetições), totalizando 30 silos experimentais. Estes procedimentos foram realizados no dia 24/10/2015.

Passando-se 120 dias, os silos foram abertos, nesse momento, após o descarte da camada superficial foram retiradas duas amostras de cada silo. Logo após a abertura do silo, uma amostra foi prensada para obtenção do líquido da silagem, no qual foram determinados o pH utilizando um potenciômetro digital. A segunda amostra foi homogeneizada e pré-seca em estufa a 55°C por 72 horas, e posteriormente triturada em moinho tipo willey com peneira de crivos de 1 mm, para determinação da composição bromatológica.

Foram determinados o teor de matéria seca (MS), orgânica (MO) e mineral (MM), e extrato etéreo que foram realizadas de acordo com a AOAC (1990), fibra em detergente ácido (FDA), fibra m detergente neutro (FDN) e Hemicelulose realizadas de acordo com Van Soest et al. (1991). Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF), foram determinados segundo Matens (1997). O nitrogênio amoniacal foi determinado conforme a AOAC (1990) utilizando o líquido obtido após a prensagem da silagem. Todas as análises foram realizadas no laboratório de nutrição animal da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMVZ) da Universidade Federal do Tocantins (UFT), campus Araguaína, por meio de parceria firmada entre a UFT e Curso Técnico em Agropecuária do Campus Avançado Pedro Afonso do IFTO.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições, sendo cada silo experimental uma unidade amostral. Os efeitos dos tratamentos foram analisados por análise de variância, e quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 0,5% de probabilidade, utilizando o programa

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a Tabela 1 percebe-se que os tratamentos utilizando 5 e 10% de farelo de arroz, e 5 e 10% do quebrado de soja elevaram o teor de matéria seca (MS) em comparação ao tratamento silagem da cana-de-açúcar pura (SC) que apresentou um teor de MS de mais baixo. O farelo de arroz mostrou comportamento similar nas porções de 5 e 10% apresentando teores de MS similares. A adição do quebrado de soja também melhorou o teor de MS da silagem, o nível de 10% de inclusão obteve melhor resposta no teor de MS em relação ao farelo de arroz e a SC (Tabela 1).

Parâmetros (% MS)	Silagens ^A					Média	CV (%)
	SC	SCFA5	SCFA10	SCQS5	SCQS10		
Matéria seca ^B	20,71c	24,45b	24,71b	24,09b	27,93a	24,38	8,43
Matéria orgânica	97,18a	95,33ab	97,16a	92,93bc	89,64c	94,45	3,05
Cinzas	3,79b	4,67b	3,77b	6,15b	10,37a	5,75	57,21
Extrato etéreo	4,95	4,87	5,74	4,83	5,79	5,24	38,48

Tabela 1. Composição nutricional da silagem de cana-de-açúcar com adição de diferentes aditivos. SC = silagem de cana sem aditivo; SCFA5 = silagem de cana + 5% de farelo de arroz; SCFA10 = silagem de cana + 10% de farelo de arroz; SCQS5 = silagem de cana + 5% de quebrado de soja; SCQS10 = silagem de cana + 10% de quebrado de soja. ^AMédias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem pelo teste Tukey a 5% (P<0,05) de probabilidade.

^Bporcentagem na matéria natural.

Segundo Monteiro et al. (2011), o teor de 28 a 34% de MS, proporciona uma fermentação ideal no silo. O tratamento SCQS10 apresentou teor de 27,9%, valor próximo ao do proposto por Monteiro et al (2011), que avaliou a adição de casca de soja à silagem de cana verificando o aumento no teor de MS. O menor valor de MS apresentado pela SC, deve-se a maior produção de gases e efluente proveniente do aumento de fermentações indesejáveis, sendo que a redução da MS se relaciona com a diminuição do conteúdo celular, principalmente carboidratos (LOPES e EVANGELISTA, 2010). Provavelmente a inclusão dos aditivos evitou a ocorrência desse efeito na silagem inibindo a diminuição no teor de MS.

Os tratamentos com quebrado de soja mostraram teores de matéria orgânica (MO) mais baixos que os demais tratamentos. Subprodutos oriundos da soja contém maior conteúdo de proteínas, carboidratos e cinzas, e menor quantidade de energia, lipídeos e fibras se comparado ao grão (SILVA et al., 2006), o que pode ter contribuído para o resultado, principalmente devido ao conteúdo de cinzas.

O teor de cinzas das silagens acrescidas com quebrado de soja ao nível de 10% (SCQS10) foi mais elevado em relação as silagens com farelo de arroz e a SC. O arroz é submetido ao processo de brunição onde o arroz é lixado por máquinas que retiram o farelo, e depois passa por peneiras para retirada de impurezas (CHAUD et al., 2009), por ser submetido a vários processos, o farelo de arroz pode conter menor quantidade de impurezas, o que reduz o teor de cinzas, favorecendo o aumento da matéria orgânica. O teor de extrato etéreo (EE) manteve-se inalterado, evidenciando a ausência de efeitos desses aditivos sobre o teor de EE nas silagens.

Os valores de FDN e FDA apresentaram resultados semelhantes, no tratamento SC mostraram teores mais elevados se comparados com os tratamentos utilizando aditivos (Tabela 2). Os teores mais baixos de FDN e FDA foram apresentados pelos tratamentos com a inclusão do farelo de arroz. Esse resultado se deve ao menor teor de FDN na composição do farelo de arroz em relação a cana-de-açúcar (MONTEIRO, 2009) e ao quebrado de soja. Os subprodutos da soja apresentam em sua composição resíduos como casca da soja, que possuem elevado teor de fibra (MORAES et al., 2006), quando comparado com farelo de arroz que segundo Chaud et al. (2009), passa por várias peneiras, removendo resíduos como a casca do arroz, e reduzindo o seu teor de fibra em relação ao quebrado de soja. Isso explica o maior valor de FDN e FDA na silagem com quebrado de soja em comparação a silagem com farelo de arroz.

Itens (% MS)	Silagens ^a					Média	CV (%)
	SC	SCFA5	SCFA10	SCQS5	SCQS10		
FDN	70,33a	52,69c	50,67c	61,49b	58,22b	58,68	7,48
FDA	40,62a	28,30c	26,72c	36,34b	35,42b	33,48	5,98
Hemicelulose	29,70a	24,38b	23,42b	25,15b	22,80b	25,09	10,19
CNF	18,11b	33,17a	33,21a	20,95b	14,99b	24,09	23,78

Tabela 2. Valores de carboidratos fibrosos (FDN, FDA e Hemicelulose) e carboidratos não fibrosos (CNF) da silagem de cana-de-açúcar com adição de diferentes aditivos. SC = silagem de cana sem aditivo; SCFA5 = silagem de cana + 5% de farelo de arroz; SCFA10 = silagem de cana + 10% de farelo de arroz; SCQS5 = silagem de cana + 5% de quebrado de soja; SCQS10 = silagem de cana + 10% de quebrado de soja. AMédias seguidas de letras distintas nas linhas diferem pelo teste Tukey a 5% (P<0,05) de probabilidade.

Não houve diferença nos teores de hemicelulose entre as silagens acrescidas com os aditivos (Tabela 2). Resultado semelhante ao apresentado por Pires et al. (2009), utilizando casca de café e farelo de mandioca. O teor de hemicelulose do tratamento SC apresentou valor mais elevado se comparado com os tratamentos utilizando os aditivos. Evangelista et al. (2009), propôs que a diferença entre os resultados da silagem de cana-de-açúcar pura e a silagem com aditivos pode ser atribuída a menor quantidade de hemicelulose

nas silagens com ação dos aditivos. O que está de acordo com os resultados obtidos no presente trabalho.

Os tratamentos utilizando 5 ou 10% de farelo de arroz não mostraram diferenças no teor de carboidratos não fibrosos (CNF), sendo mais elevadas se comparados aos tratamentos com quebrado de soja e SC (Tabela 2). O teor de CNF nos tratamentos com quebrado de soja não diferiram do tratamento SC. Na cana-de-açúcar as leveduras são capazes de fermentar os carboidratos solúveis contidos na fração de CNF, possivelmente com maior inibição dessas leveduras, o teor de CNF será maior (LOPES e EVANGELISTA, 2010). As leveduras são as principais responsáveis pela produção de CO₂, que proporcionam perdas de nutrientes inclusive carboidratos solúveis, quando o silo é aberto e entra em contato com o ar, é permitido a maior produção de leveduras que iniciam a deterioração aeróbia por meio da fermentação desses microrganismos indesejáveis (SIQUEIRA et al., 2007). Os maiores valores de CNF nos tratamentos SCFA5 e SCFA10 também estão associados com o menor teor de fibra no farelo de arroz, ao contrário do quebrado de soja e da cana-de-açúcar que possuem teor de fibra mais elevado e consequentemente menor teor de CNF.

As silagens com adição de farelo de arroz não alteraram o pH da silagem em relação a silagem de cana pura, o tratamento SCFA10 apresentou pH superior ($P < 0,05$) ao da silagem do tratamento SCFA5 (Tabela 3). A adição do quebrado de soja proporcionou valores de pH superiores ($P < 0,05$) ao da silagem de cana pura. Ao nível de 5% de inclusão de quebrado de soja (SCQS5) não houve diferença ($P > 0,05$) em relação a silagem com 10% de inclusão de farelo de arroz (SCFA10), mas o nível de 10% de quebrado de soja (SCQS10) apresentou pH superior a todos os níveis de inclusão de farelo de arroz (Tabela 3). Os valores de pH apresentados nos tratamentos com quebrado de soja se mantiveram mais elevados em virtude da maior quantidade de compostos proteicos presentes no subproduto da soja os quais tem influência negativa na redução do pH (LOMBARDE et al., 2010; MONTEIRO et al., 2011).

Itens	Silagens ^A					Média	CV%
	SC	SCFA5	SCFA10	SCQS5	SCQS10		
pH	2,80cd	2,78d	2,94bc	2,97ab	3,10a	2,92	4,19
N-NH ₃ (% N total)	13,91c	24,41bc	35,73b	31,05b	55,33a	32,09	35,72

Tabela 3. Valores de pH, temperatura e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) da silagem de cana-de-açúcar com adição de diferentes aditivos. SC = silagem de cana sem aditivo; SCFA5 = silagem de cana + 5% de farelo de arroz; SCFA10 = silagem de cana + 10% de farelo de arroz; SCQS5 = silagem de cana + 5% de quebrado de soja; SCQS10 = silagem de cana + 10% de quebrado de soja. AMédias seguidas de letras distintas nas linhas diferem pelo teste Tukey a 5% ($P < 0,05$) de probabilidade.

O tratamento SCQS10 manteve o teor de pH mais elevado em comparação ao valor do tratamento SCQS5, provavelmente pela diferença de quantidade de nitrogênio entre os dois tratamentos. Os subprodutos do arroz podem fornecer carboidratos solúveis, o que contribui para a rápida redução do pH e baixo pH final das silagens (FARIA et al., 2007). Assim como os tratamentos com farelo de soja, os tratamentos com farelo de arroz também diferiram entre si, devido aos diferentes níveis de sua adição.

Os tratamentos SCQS5, SCQS10 e SCFA10 propiciaram o aumento do teor de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) em relação a silagem de cana pura, já os tratamentos SCFA5 e SC apresentaram resultados semelhantes (Tabela 3). O tratamento SCQS10 apresentou teor mais elevado de $N-NH_3$ sendo ele de 55,3%. A silagem de cana pura deveria apresentar teor de $N-NH_3$ e pH mais elevado em virtude do menor teor de MS se comparada a silagem com aditivos, porém possivelmente a boa compactação propiciou a adequada expulsão do excesso de oxigênio e favoreceu a fermentação no interior dos silos (CANDIDO et al., 2007). O excesso de $N-NH_3$ apresentado na silagem com 10% de quebrado de soja pode ter sido resultado da quebra excessiva de proteína em amônia por meio do processo de fermentação no silo (TAVARES et al., 2009). Resultado da ocorrência de fermentações indesejáveis da ação de bactérias do gênero *Clostridium* ssp. que conduzem ao desdobramento de açúcares, ácido láctico e aminoácidos, com produção de ácido butírico e acético, aminas, amônia, e gases prejudicando o valor nutritivo da silagem (PIRES et al., 2009).

4 | CONCLUSÕES

A inclusão dos aditivos farelo de arroz e quebrado de soja melhora a qualidade nutricional da silagem de cana-de-açúcar. Dentre os aditivos, recomenda-se a inclusão de farelo de arroz ao nível de 5%, pois melhora a fermentação e qualidade nutricional.

5 | AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal do Tocantins pelo suporte financeiro para realização deste trabalho.

A Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMVZ) da Universidade Federal do Tocantins (UFT), *Campus* Araguaína pela ajuda na realização das análises laboratoriais.

A Cooperativa Agroindustrial do Tocantins – COAPA do município de Pedro Afonso pela doação do material (quebrado de soja).

REFERENCIAS

BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R.; ROCHA, F. C.; SOUZA, A. L.; PEREIRA, O. G. **Produção e características do efluente e composição bromatológica da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café.** R. Bras. Zootec., Viçosa, v. 34, n. 6, supl. p. 2185-2191, dez. 2005.

COSTA, M. G.; CAMPOS, J. D. S.; VALADARES FILHO, S. D. C.; VALADARES, R. F. D.; MENDONÇA, S. D. S.; SOUZA, D. D. P.; TEIXEIRA, M. D. P. (2005). **Desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de cana-de-açúcar e concentrado ou silagem de milho na dieta**. R. Bras. Zootec, 34(6), 2437-2445.

CHAUD, L. C. S.; ARRUDA, P. V.; DE ALMEIDA FELIPE, M. D. G. **Potencial do farelo de arroz para utilização em bioprocessos**. Nucleus, v. 6, n. 2, 2009.

CÂNDIDO, M. J. D.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M. **Características fermentativas e composição química de silagens de capim elefante contendo subproduto desidratado do maracujá**. R. Bras. Zootec., v.36, n.5, p.1489-1494, 2007 (supl.)

CARVALHO, M. M.; DE FREITAS BUENO, R. C. O.; CARVALHO, L. C.; GODOY, A. F.; FAVORETO, A. L. **Importância econômica e generalidades para o controle de *Teichin licus Drury, 1773* (Lepidoptera: Castniidae) em cana-de-açúcar**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer – Goiânia, v.9, n.17, p 1623-1637. 2013.

FARIA, D. J. G.; GARCIA, R.; PEREIRA, O. G.; FONSECA, D. M.; MELLO, R.; RIGUEIRA, J. P. S. **Composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante com níveis de casca de café**. R. Bras. Zootec, v. 36, n. 2, p. 301-308, 2007.

FREITAS, D.; BERCHIELLI, T.T.; SILVEIRA, R.N. et al. **Produção fecal e fluxo duodenal de matéria seca e matéria orgânica estimados através de indicadores**. R. Bras. Zootec, v.31, p.1521-1530, 2002.

FERREIRA, D. F. **Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0**. Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria 45.2000 (2000): 235.

IBGE, Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. **Levantamento Sistemático de Produção Agrícola (LSPA)**. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/>>. Acesso em: 25 de agosto de 2016.

LOPES, J.; EVANGELISTA A. R. **Características bromatológicas, fermentativas e população de leveduras de silagens de cana-de-açúcar acrescidas de ureia e aditivos absorventes de umidade**. R. Bras. Zootec, 39.5 (2010): 984-991.

LOPES, J.; EVANGELISTA, A. R.; ROCHA, G. P. **Valor nutricional da silagem de cana-de-açúcar acrescida de ureia e aditivos absorventes de umidade**. R. Bras. Zootec, v.36, n.4, p.1155-1161, 2007 (supl.)

LOMBARDI, L.; JOBIM, C. C.; BUMBIERIS JR, V. H.; CALIXTO JR, M.; MACEDO, F. A. F. **Características da carcaça de cordeiros terminados em confinamento recebendo silagem de grãos de milho puro ou com adição de girassol ou ureia**. Acta Scientiarum. Animal Sciences, v. 32, n. 3, p. 263-269, 2010.

MORAIS, J. B. D.; SUSIN, I.; PIRES, A. V.; MENDES, C. Q.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C. D.; PACKER, I. U. (2006). **Comportamento ingestivo de ovinos e digestibilidade aparente dos nutrientes de dietas contendo casca de soja**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 41(7), 1157-1164.

- MONTEIRO, I. J. G.; ABREU, J. G.; CABRAL, L. D. S.; RIBEIRO, M. D.; REIS, R. H. P. (2011). **Silagem de capim-elefante aditivada com produtos alternativos**. Acta Scientiarum. Animal Sciences, 33(4), 347-352.
- PENA NAVAL, L.; CLEMENTE COUTO, T. (2005). **Remoção de nitrogênio amoniacal em efluentes de sistemas anaeróbios**. In: Congresso Regional, IV Región, 5 (pp. 1-5). AIDIS Paraguay.
- PEDROSO, A. de F. **Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. Dissertação. Universidade de São Paulo, 2003.
- PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; GARCIA, R.; CARVALHO JUNIOR, J. N.; RIBEIRO, L. S. O.; CHA-GAS, D. M. T. (2009). **Capim-elefante ensilado com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca**. R. Bras. Zootec., v.38, n.1, p.34-39, 2009.
- QUEIROZ, O. C. M.; NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P.; RIBEIRO, J. L.; SANTOS, M. C.; ZOPOLLATTO, M. **Silagem de cana-de-açúcar comparada a fontes tradicionais de volumosos suplementares no desempenho de vacas de alta produção**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 37, n. 2, p. 358-365, 2008.
- RABELO, M. M. A. **Efeitos de fontes e níveis de fibra íntegra, em dietas contendo bagaço de cana-de-açúcar tratado sob pressão e vapor, sobre a digestibilidade, desempenho e comportamento ingestivo de bovinos de corte**. Dissertação. Universidade de São Paulo, 2002.
- REZENDE, A. V.; RODRIGUES, R.; BARCELOS A. F.; CASALI, A. O.; VALERIANO, A. R.; MEDEIROS, L. T. **Qualidade bromatológica das silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum Officinarum* L.) aditivadas com raspa de batata**. Ciência e Agrotecnologia, v.33, n.1, p.292-297, 2009.
- SANTOS, M. V. F.; GÓMEZ, A. G.; PEREA, J. M.; GARCÍA, A.; GUIM, A.; PÉREZ, M. (2010). **Fatores que afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras tropicais**. Archivos de Zootecnia, 59, 25-43.
- SANTOS, M. C.; NUSSIO, L. G.; MOURÃO, G. B.; SCHMIDT, P.; MARI, L. J.; RIBEIRO, J. L.; TOLEDO FILHO, S. G. D. **Nutritive Value of Sugarcane Silage Treated With Chemical Additives**. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.), v.66, n.2, p.159-163, March/April 2009.
- SIQUEIRA, G. R.; ROTH, M. D. T. P.; MORETTI, M. H.; BENATTI, J. M. B.; RESENDE, F. D. D. **Uso da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes**. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v. 13, n. 4, 2012.
- SOUZA, A. D.; BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R.; PEREIRA, O. G.; ROCHA, F. C.; PIRES, A. J. V. (2003). **Valor nutritivo de silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com diferentes níveis de casca de café**. Revista Brasileira de Zootecnia, 32(4), 828-833.
- SOUSA, D. D. P.; MATTOS, W. R. S.; NUSSIO, L. G.; MARI, L. J.; RIBEIRO, J. L.; SANTOS, M. C. **Efeito de aditivo químico e inoculantes microbianos na fermentação e no controle da produção de álcool em silagens de cana-de-açúcar**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n.9, p.1564-1572, 2008.
- SCHMIDT, P. **Improved efficiency of sugarcane ensiling for ruminant supplementation**. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, 2009, Piracicaba. Proceedings. Piracicaba: FEALQ, 2009. p.47-72.

SILVA, M. S.; NAVES, M. M. V.; OLIVEIRA, R. B. de; LEITE, O. de S. M. **Composição química e valor proteico do resíduo de soja em relação ao grão de soja.** Ciênc. Tecnol. Aliment. 2006, vol.26, n.3, pp.571-576

TEIXEIRA, F. A. **Bagaço de cana-de-açúcar na alimentação de bovinos (Sugarcane pulp).** REDVET. Revista electrónica de Veterinária, v. 1695, p. 7504, 2007.

TAVARES, V. B.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; FIGUEIREDO, H. C. P.; ÁVILA, C. L. S.; LIMA, R. F. **Efeitos da compactação, da inclusão de aditivo absorvente e do emurchecimento na composição bromatológica de silagens de capim-Tanzânia.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, n. 1, p. 40-49, 2009.

URANO, E. O. M.; KURIHARA, C. H.; MAEDA, S.; VITORINO, A. C. T.; GONÇALVES, M. C.; MARCHETTI, M. E. **Determinação de teores ótimos de nutrientes em soja pelos métodos chance matemática, sistema integrado de diagnose e recomendação e diagnose da composição nutricional.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 31, n. 1, p. 63-72, 2007.

VALERIANO, A. R. (2014). **Aditivos bacterianos na ensilagem de cana-de açúcar.** 2007. 87 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Lavras: UFLA, Universidade de Minas Gerais, Minas Gerais. 2007.

ZOPOLLATTO, M.; DANIEL, J. L. P.; NUSSIO, L. G. **Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, p.170-189, 2009.

CAPÍTULO 10

QUALIDADE BROMATOLOGICA, FERMENTATIVA E QUÍMICA DE SILAGENS DE CAPIM BUFFEL COM NÍVEIS CRESCENTES DO CO-PRODUTO DE ACEROLA

Data de aceite: 11/09/2020

Data de submissão: 29/06/2020

Aline Silva de Sant'ana

Universidade Federal do Vale do São
Francisco,
Petrolina - PE.
<http://lattes.cnpq.br/0258644183155185>

Adriana Ribeiro do Bonfim

Universidade Federal do Vale do São
Francisco,
Petrolina - PE.
<http://lattes.cnpq.br/8369128971844136>

Ivis Calahare Silva Caxias

Universidade Federal do Vale do São
Francisco,
Petrolina - PE.
<http://lattes.cnpq.br/9290568488941511>

Illa Carla Santos Carvalho

Universidade Federal do Vale do São
Francisco,
Petrolina - PE.
<http://lattes.cnpq.br/5045724266889176>

Marcos Vinicius Gomes Silva de Santana

Universidade Federal do Vale do São
Francisco,
Petrolina - PE.
<http://lattes.cnpq.br/5012249276712365>

Breno Ramon de Souza Bonfim

Universidade Federal do Vale do São
Francisco,
Petrolina - PE.
<http://lattes.cnpq.br/2610661920355172>

Fábio Nunes Lista

Universidade Federal do Vale do São
Francisco,
Petrolina - PE.
<http://lattes.cnpq.br/7518546998320384>

Daniel Ribeiro Menezes

Universidade Federal do Vale do São
Francisco,
Petrolina - PE.
<http://lattes.cnpq.br/1638427678988227>

RESUMO: A conservação de forragem possibilita armazenar alimento para fornecer aos animais durante a época de escassez. Além disso, subprodutos provenientes da agroindústria frutícola, como o coproduto de acerola, vêm surgindo como alternativa para suplementação da dieta animal. Objetivou-se com o presente trabalho realizar a caracterização da composição bromatológica, microbiológica bem como a cinética de produção de gases dos carboidratos e degradabilidade da matéria seca de silagem de capim buffel com níveis crescentes de coproduto da acerola. Foram confeccionadas silagens de capim buffel com 0, 2, 10 e 20% de inclusão de coproduto de acerola. Essas passaram por análises químico bromatológicas, avaliação de pH, perdas por gases e efluentes, contagem de UFCs para lactobacilos, enterobactérias, bactérias totais e leveduras, e por meio da técnica in vitro semiautomática foi determinada a degradabilidade da matéria seca e a cinética fermentativa das silagens em 96 horas. Foram observadas reduções significativas dos valores de pH e perdas por gases. Os teores dos

componentes bromatológicos apresentaram aumento, enquanto a produção de gás, taxa de fermentação, tempo de colonização e degradabilidade potencial da matéria seca foram reduzidos conforme o aumento na inclusão do coproduto de acerola nas silagens de capim buffel. Conclui-se que apesar de melhorar a qualidade química e microbiológica de silagem de capim buffel, a inclusão de coproduto de acerola desidratado reduz a qualidade nutricional.

PALAVRAS-CHAVE: Aditivos em silagem, digestibilidade *In vitro*, resíduo agroindustrial.

BROMATOLOGICAL, FERMENTATIVE AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF BUFFEL GRASS SILAGE WITH ACEROLA COPRODUCT INCLUSION AT INCREASING LEVELS

ABSTRACT: The forage conservation technique makes it possible to store food to supply the animals during the time of scarcity. In addition, co-products from the fruit agribusiness, such as the acerola co-product, among others, have emerged as an alternative to supplement the animal diet. The aim with this work was to characterize the chemical, microbiological composition as well as the production kinetics of carbohydrate gases and degradability of dry matter from buffel grass silage plus acerola coproduct in different levels. Buffel grass silages were made with 0, 2, 10 and 20% inclusion of acerola coproduct. These underwent chemical analysis, pH evaluation, gas losses, effluent losses, CFU count for lactobacilli, enterobacteria, total bacteria and yeasts, and through semi-automatic *in vitro* technique, dry matter degradability and fermentative kinetics of silages in 96 hours were determined. Significant reductions in pH values and gas losses were observed. The contents of bromatological components showed an increase, while the gas production, fermentation rate, colonization time and potential dry matter degradability were reduced as the inclusion of acerola co-product in buffel grass silages increased. It is concluded that despite improving the chemical and microbiological quality of buffel grass silage, the acerola co-product inclusion reduces nutritional quality.

KEYWORDS: Additives in silage, agroindustrial waste, *In vitro* digestibility.

1 | INTRODUÇÃO

A produção de forrageiras no Brasil afeta diretamente as condições nutricionais dos rebanhos, visto que nos períodos secos o crescimento e a qualidade das forragens ficam comprometidos. Todavia, algumas alternativas podem ser utilizadas para suprir a demanda nutricional dos animais nesses períodos, dentre elas destaca-se a produção de silagem a partir da conservação do excedente da produção de forragens, suprimindo a demanda de nutrientes dos animais em épocas de escassez de alimentos (BONFÁ et al., 2015).

Atualmente, umas das gramíneas de destaque das pastagens cultivadas em regiões como o semiárido nordestino é o capim buffel, pois possui características consideradas importantes para região, como adaptabilidade ao clima e disponibilidade hídrica, além de exigência média a fertilidade de solos.

No entanto, as gramíneas forrageiras tropicais não apresentam teores adequados de matéria seca (MS) e carboidratos solúveis que proporcionem eficiente processo

fermentativo (BERGAMASCHINE et al., 2006). Nesse sentido, alguns aditivos podem ser empregados com a finalidade de elevar o teor de matéria seca de silagens de capim (CASTRO et al., 2014).

O processamento industrial de produtos agrícolas no Nordeste do Brasil, para a extração de sucos, polpas e óleos, gera grande quantidade de subprodutos, constituídos principalmente por sementes, cascas e polpas. Subprodutos provenientes da agroindústria frutícola, como o coproduto de acerola entre outros, vêm surgindo como uma alternativa às culturas tradicionais, tendo como vantagem seu baixo custo de aquisição. Além disso, o aproveitamento destes subprodutos contribui para minimizar o impacto causado pelo seu acúmulo no meio ambiente e melhora as características fermentativas das silagens (FERREIRA et al., 2009; PEREIRA et al., 2010).

Dessa forma, objetivou-se com o presente estudo avaliar a qualidade química bromatológicas, microbiológica e quantificar a cinética de produção de gases dos carboidratos e degradabilidade da matéria seca de silagem de capim buffel com níveis crescentes.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Preparo da silagem

O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Vale do São Francisco situada em Petrolina PE a 9° 19' 28" de latitude Sul, 40° 33' 34" de longitude Oeste, 393m de altitude, temperatura média anual de 26,4°C, clima BSh (semiárido) pela classificação de Köppen-Geiger, possuindo verões quentes e úmidos e invernos mornos e secos.

As análises ocorreram nas dependências dos laboratórios de Bromatologia, microbiologia e laboratório de exigência e metabolismo animal (LEMA) da referida universidade. O coproduto de acerola composto de casca e semente foi obtido na agroindústria da Região do Vale do São Francisco (Petrolina-PE), sendo desidratado por 72 horas, sob abrigo. O volumoso utilizado foi o capim buffel, colhido no momento da emissão do pendão floral, na universidade em uma área homogênea.

Os tratamentos experimentais consistiam em quatro níveis de adição (0, 2, 10 e 20% na matéria natural) de coproduto da acerola na ensilagem do capim buffel, com 5 repetições. Foram utilizados 20 silos experimentais, confeccionados com canos de PVC, providos de válvula de bunsen e ao fundo desses foram adicionados sacos de 500 g de areia lavada com a finalidade de absorção dos efluentes provenientes da fermentação. O capim buffel foi cortado manualmente e posteriormente triturado em picadeira convencional. O material a ser ensilado composto do capim buffel e do coproduto conforme o tratamento foi misturado manualmente, colocado dentro dos silos experimentais e vedado. Em seguida foi realizada a pesagem dos silos individualmente para posterior cálculo de perda por gases.

Após 90 dias da ensilagem, os silos foram abertos e foram retiradas amostras para

análises químicas, bromatológicas, cinética fermentativa e microbiológicas.

2.2 Avaliação química e bromatológica

As amostras foram submetidas à aferição de pH anterior e posterior à ensilagem, quantificação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina em detergente ácido (LDA), proteína bruta (PB) Extrato Etéreo (EE) Nitrogênio em Detergente Neutro (NIDN) e Detergente em Nitrogênio Ácido (NIDA). As análises bromatológicas foram realizadas de acordo com as metodologias da AOAC (1998) e Silva e Queiroz (2002), e a composição bromatológica dos componentes das ensilagens pode ser observada na Tabela 1.

Variáveis	Capim buffel	Resíduo de acerola
MS	26,79	58,57
MM	9,62	3,71
FDN	68,23	56,96
FDA	27,83	43,33
LDA	9,26	34,12
EE	5,62	1,56
PB	9,31	11,62

Tabela 1. Composição bromatológica dos ingredientes utilizados na confecção das silagem de capim buffel aditivada com níveis crescentes de coproduto de acerola. MS = Matéria Seca; MM = Matéria mineral; FDN = Fibra em Detergente Neutro; FDA = Fibra em Detergente ácido; LDA = Lignina em detergente ácido; PB = Proteína Bruta.

As perdas por efluentes foram quantificadas segundo a equação:

$$PE = \frac{PSAF-PSAI}{MFI} * 1000$$

Onde PSAF = peso do saco de areia final; PSAI = peso do saco de areia inicial; MFI = Massa de forragem inicial.

As perdas por gases foram quantificadas segundo a equação:

$$PG = * 100$$

$$PG = \frac{PCCI-PCVI * MSI - PCCF-PCVI * MSF}{PCCI-PCVI * MSI} * 100$$

Onde PCCI = peso do conjunto cheio inicial; PCVI = peso do conjunto vazio inicial; MSI = matéria seca inicial; PCCF = peso do conjunto cheio final; MSF = matéria seca final.

2.3 Cinética fermentativa

As avaliações da degradação e produção de gases dos carboidratos fibrosos e não-fibrosos, foram realizadas por meio da técnica semiautomática de produção de gases *in vitro* proposta por Maurício et al. (2003) e modificada por Menezes et al. (2015). Para isso as amostras foram moídas em moinho de faca tipo Willey em peneira de 3mm.

Foram confeccionadas amostras compostas de cada tratamento para utilização nesse procedimento. Posteriormente um grama de amostra foi pesado em sacos de náilon tipo fait e incubados em frascos de fermentação (160 mL) previamente injetados com CO₂, com líquido ruminal e meio de cultura preparado conforme metodologia de Theodorou et al. (1994). Foram utilizadas quatro repetições por tratamento, mais dois frascos contendo somente líquido ruminal e meio de cultura (tampão) como controle. O líquido ruminal utilizado como inóculo foi obtido de forma conjunta e homogeneizada de dois ovinos providos de cânula ruminal e recebendo alimentação a base de capim buffel. O líquido ruminal coletado foi filtrado, sendo armazenado em garrafa térmica previamente aquecida a 39°C e levado ao laboratório.

No laboratório, o líquido ruminal foi mantido sob injeção contínua de CO₂ e em banho maria a 39°C. Com o auxílio de proveta foram inoculados 10mL do líquido ruminal filtrado em cada frasco. Em seguida, os frascos foram vedados tampas de borracha (14 mm) e colocados em caixas de isopor, manualmente agitadas e mantidos em sala climatizada a 39°C.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 4 repetições. Totalizaram seis caixas de isopor com 18 frascos cada, sendo 4 repetições de 4 tratamentos e 2 brancos.

A degradabilidade da MS foi estimada através da diferença de peso dos sacos de fait após serem retirados da incubação *in vitro*. Foi retirada uma caixa por vez após o seguinte tempos de incubação: 2, 6, 12, 24, 48, e 96 horas.

Após a retirada das amostras incubadas *in vitro*, os potes com sacos foram imediatamente colocados em geladeira à aproximadamente 10°C, para cessar a fermentação microbiana, sendo posteriormente, lavados com água corrente e pesados após secagem em estufa a 65°C por 72 horas. A degradabilidade foi calculada pela diferença de pesagem do saco com amostra antes e depois da incubação.

A determinação da degradabilidade foi obtida através do modelo de Ørskov and McDonald, (1979): $p = a + b(1 - \exp^{-ct})$,

Onde: Dp = degradabilidade no tempo de incubação; a = fração solúvel em água; b = fração insolúvel em água mas potencialmente degradável; c = taxa fracionada de degradação da fração b ; t = tempo de incubação; e = é o log natural de (-ct).

Para a fração não degradável utilizou-se a fórmula: $100 - DP$

DP = Degradabilidade potencial.

A pressão, em psi (pound per square inch), originada pelos gases, acumulados na parte superior dos frascos, foi medida por intermédio de um transdutor de pressão (tipo GE Druck Série DPI 705), conectado em sua extremidade a uma agulha (0,6 mm). As leituras de pressão foram realizadas após 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 24, 27, 30, 33, 36, 48, 56, 60, 72 e 96 horas de incubação.

Os dados da produção cumulativa dos gases foram analisados pelo modelo bicompartimental citado por Schofield et al., (1994):

$$V_t = \frac{V_f}{\left\{ 1 + e^{[2.4 * k * (T - L)]} \right\}}$$

Em que o $V(t)$ representa o volume máximo total de gases produzido; V_f representa o volume máximo de gás; k representa a taxa de fermentação; L = tempo de colonização (lag time); e o T = tempo de fermentação.

2.4 Avaliação microbiológica

As análises microbiológicas foram realizadas no laboratório de microbiologia, UNIVASF-CCA, a contagem microbiana de UFC (unidade formadoras de colônia) foi efetuada em duplicata e os dados obtidos foram analisados conforme os procedimentos adotados por González e Rodriguez (2003).

Foram utilizados os meios de cultivo BDA (Batata Dextrose Ágar) para fungos, leveduras e bolores, MRS (deMan Rogosa Sharpe) com 1% de nistatina para a inibição de crescimento de fungos e crescimento de lactobacilos, VRB (Violet Red Bile Ágar) para coliformes e PCA (Plate Count Agar) para contagem bacteriana total. Amostras das silagens (10 g) foram misturadas com 90 mL de água destilada e diluídas em série de 10^{-1} a 10^{-5} em água esterilizada. As placas contendo os meios MRS, VRB e PCA foram encubadas em estufa a 35°C por 24 horas, sendo as de MRS colocadas em condições anaeróbicas. Já as placas contendo o meio BDA foram encubadas a 24°C por 120 horas. Passados esses períodos, as placas foram avaliadas e realizou-se a contagem de UFC's das diluições com uma quantidade aceitável e feitas as médias.

Foram consideradas passíveis de contagem aquelas placas que apresentaram entre 30 e 300 UFC por placa de Petri. Os resultados foram obtidos por meio da média das duas placas, na diluição selecionada.

2.5 Análises estatísticas

Os efeitos da adição do coproduto da acerola na ensilagem sobre as variáveis estudadas foram testados pelos procedimentos de análise de variância utilizando-se o software R em nível de 5% de probabilidade. Quando os efeitos foram significativos utilizou-se estudo de regressão das variáveis dependentes em relação aos níveis de aditivos das silagens.

3 I RESULTADOS

3.1 Composição química bromatológica das silagens

Foram encontradas redução significativa para as variáveis pH anterior e posterior a ensilagem e perda por gases com o aumento da inclusão do coproduto de acerola na silagem de capim buffel. No entanto, para a variável perda por efluentes não foi observada diferença significativa, apresentando média de 6,98 litros por tonelada de material ensilado (Tabela 2).

Variáveis	Níveis de Inclusão				Eq. Reg	P
	0%	2%	10%	20%		
pH inicial	6,24	5,74	5,54	4,32	$Y = 6,15 - 0,0864X$	<0,0001
pH final	4,60	4,24	4,18	3,72	$Y = 4,48 - 0,3726X$	0,0067
PE	6,08	7,56	7,16	7,07	$\hat{Y} = 6,98$	0,4716
PG	0,07	0,07	0,07	0,04	$Y = 0,07 + 0,0005X - 0,0001X^2$	0,0003

Tabela 2. pH inicial e final, perda por efluentes e perda por gases de silagem de capim buffel aditivada com níveis crescentes de coproduto de acerola. Eq. Reg = Equação de regressão; PE = Perda por efluentes; PG = Perda por gases.

Houve aumento linear dos teores de MS, MM, FDA, LDA, PB, NIDA e NIDN com o aumento dos níveis de inclusão do coproduto. Para a variável FDN o efeito apresentado foi quadrático, com ponto máximo de 2,01% de inclusão e de 59,9 % de FDN. Não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos para EE (Tabela 3).

Variáveis	Níveis de Inclusão				Eq. Reg	P
	0%	2%	10%	20%		
MS	25,07	27,87	33,0	34,80	$Y = 26,44 + 0,4670X$	<0,0001
MM	8,00	9,38	9,60	11,13	$Y = 8,48 + 0,1310X$	<0,0001
FDN	59,02	59,74	59,22	56,24	$Y = 56,14 + 3,74X - 0,93X^2$	0,0014
FDA	37,57	38,89	39,66	44,85	$Y = 34,59 + 2,26X$	<0,0001
LDA	5,27	14,40	20,86	26,13	$Y = 7,17 + 4,54X$	<0,0001
EE	3,76	3,70	4,08	4,10	$\hat{Y} = 3,91$	0,5353
PB	8,99	9,49	9,71	10,69	$Y = 8,39 + 0,53X$	<0,0001
NIDA	1,46	2,03	2,71	3,97	$Y = 0,50 + 0,82X$	<0,0001
NIDN	1,46	1,93	3,02	4,1	$Y = 0,37 + 0,9X$	<0,0001

Tabela 3. Composição bromatológica de silagem de capim buffel aditivada com níveis crescentes de coproduto de acerola. Eq. Reg = Equação de regressão; P= P value; MS = Matéria Seca; MM = Matéria mineral; FDN = Fibra em Detergente Neutro; FDA = Fibra em Detergente ácido; LDA = Lignina em detergente ácido; PB = Proteína Bruta; NIDA = Nitrogênio em detergente ácido; NIDN=Nitrogênio em Detergente Neutro.

3.2 Cinética fermentativa

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados da produção total de gases, a taxa de fermentação e o período de fase de lag, para todas essas variáveis foram observadas diferenças estatísticas significativas.

Variáveis	Níveis de Inclusão				R ²	P
	0%	2%	10%	20%		
V (mL)	142,21	138,27	125,84	123,40	0,9926	<0,0000
K (%/h ⁻¹)	2,05	2,08	1,95	2,03	0,9901	<0,0000
L (h)	6h43min	6h	5h3min	3h42min	0,9925	<0,0000

Tabela 4. Parâmetros do modelo: Volume total de gases (V,mL), taxa de fermentação (k, %/ horas -1), período de fase lag (L, h, min), coeficiente de determinação ajustado (R²Aj), de silagem de capim buffel aditivada com níveis crescentes de coproduto de acerola.

O potencial máximo da produção de gases dos carboidratos totais (CNF+CF) diminuiu com o aumento da inclusão do coproduto da acerola nas silagens de capim buffel. Os valores mínimo e máximo da produção de gases dos carboidratos totais foram 123,4 5 e 142,2 mL/g de MS para os níveis de 20 e 0% de inclusão, respectivamente. Já a taxa de fermentação observada foi maior quando incluído 2% do coproduto de acerola na silagem. Quanto ao tempo de colonização, o maior e o menor lag time foram para as silagens com 0 % (6h43min) e com 20% (3h42min) de inclusão do coproduto da acerola, respectivamente.

A degradabilidade potencial da matéria seca (Tabela 5), diminuiu linearmente com a adição do coproduto da acerola, onde para cada 1% do coproduto a degradabilidade potencial diminuiu em 0,51 unidades percentuais. Sendo assim, o tratamento com 20% de inclusão apresentou menor degradabilidade. Conseqüentemente, a fração não degradável aumentou, para cada 1% de inclusão do coproduto aumentou 0,51 unidades percentuais.

Variável	Níveis de Inclusão				Eq. Reg	P
	0%	2%	10%	20%		
DP	86,02±0,99	87,34±0,65	83,2±1,46	75,95±0,65	86,4285-0,5106X	*
ND	13,97±0,99	12,66±0,65	16,80±1,46	24,05±0,65	13,5715+0,5106X	*

Tabela 5. Degradabilidade potencial (DP) e fração não degradável (ND) de silagem de capim buffel aditivada com níveis crescentes de coproduto de acerola. Eq. Reg = Equação de regressão; P= P value; *<0.0001.

3.3 Avaliação microbiológica

A quantificação de UFC/g do material ensilado está apresentada na Tabela 6. Foi observada diferença estatística entre os tratamentos, onde para bactérias ácido lácticas obteve-se comportamento quadrático de forma que a inclusão de coproduto de acerola reduziu a quantidade de UFC até que no nível de 20% houve aumento. Conseqüentemente nesse tratamento houve grande aumento de bactérias totais contabilizadas a partir do meio PCA.

Meio	Níveis de Inclusão				Eq. Reg	P
	0%	2%	10%	20%		
MRS(UFC/g)	58	54,6	49	91	$Y = 59,04 - 3,49 + 0,25$	*
PCA (UFC/g)	185,5	200,5	211	285,5	$Y = 183,17 + 4,68$	*
BDA (UFC/g)	2	1	2	1,5	$Y = 1,55 + 0,045 - 0,002$	0,578
VRB (UFC/g)	0	0	0	0	$\hat{Y} = 0$	

Tabela 6. Quantificação de unidades formadoras de colônias de silagem de capim buffel aditivada com níveis crescentes de coproduto de acerola. UFC= Unidades Formadoras de Colônia; MRS=deMan Rogosa Sharpe; PCA= Plate Count Agar; BDA= Batata Dextrose Ágar; VRB= Violet Red Bile Ágar; Eq. Reg = Equação de regressão; P= P value. * $<0,0001$.

Não foi observado desenvolvimento de enterobactérias no material ensilado (VRB). Já leveduras ou bolores apresentaram diferença estatística (BDA).

4 | DISCUSSÃO

A redução do pH anterior e posterior à ensilagem já era esperada devido ao coproduto de acerola ser um componente cítrico, que possui pH 3,0. Conseqüentemente reduzindo o pH do material antes mesmo da ensilagem.

Para cada 1% de inclusão do coproduto da acerola quantificou-se redução de 0,37 pontos percentuais nos valores do pH das silagens no momento da abertura, e os tratamentos que continham coproduto de acerola apresentaram valores entre a margem de 3,6 a 4,2 recomendada por McDonald et al. (1991), a qual é a faixa de inibição de fermentações secundárias e indesejáveis pelas bactérias do gênero *Clostridium*, produtoras do ácido butírico, garantindo a estabilização do processo fermentativo.

Concomitantemente, nas análises microbiológicas foi observado o aumento de bactérias ácido lácticas para o nível de 20% de inclusão do coproduto. Essas bactérias estão relacionadas com a fermentação láctica, que é o tipo de fermentação desejada no processo de ensilagem, reduzindo o pH e garantindo a manutenção da qualidade do material.

O que também pode ter levado a redução das possibilidades de fermentação indesejada das silagens do presente estudo foi a diminuição da perda por gases, onde

a adição de coproduto de acerola mostrou-se eficiente, apresentando uma diminuição de 0,014 pontos percentuais para cada 1% de inclusão do coproduto de acerola, demonstrando um potencial deste coproduto em reduzir a formação de CO₂.

Além disso, como já era esperado, não foi observado desenvolvimento de enterobactérias no material ensilado, quantificada a partir do meio VRB. Mostrando que não houve contaminação do material com conteúdo gastrointestinal. No entanto, a presença de leveduras ou bolores identificada em pequena quantidade pode ter sido causada por contaminação das placas ou até mesmo do material após abertura do silo, visto que esse não foi imediatamente avaliado.

Para cada 1% de adição do coproduto de acerola obteve-se um acréscimo de 0,46 pontos percentuais de elevação nos teores de matéria seca das silagens, o que pode ser explicado pelo alto teor de MS presente no coproduto, o que marca esse material como um potencial aditivo absorvivo, podendo ser utilizado para melhorar os teores de MS em silagens de materiais muito úmidos. Segundo McDonald (1981) a faixa ideal de matéria seca em silagens é de 30 a 35%. Sabendo-se que a elevação de MS diminui perdas de matéria orgânica (MO), a adição do coproduto da acerola mostrou-se eficiente para corrigir a MS do material ensilado, ficando os tratamentos com inclusão de 10 e 20% do coproduto dentro da faixa ideal de MS desejada para silagens, favorecendo a ocorrência de fermentação láctica. Esses achados corroboram com os de Maia et al. (2015) que ao avaliarem o valor nutritivo de silagens de capim elefante com níveis crescentes de coproduto da acerola, observaram que o teor de MS aumentou com a inclusão do mesmo, tendo para cada 1% de inclusão aumento de 0,54 unidades percentuais.

Com o aumento da MS outras variáveis como MM, PB, FDA, LDA, NIDA e NIDN também aumentaram, dada a contribuição da composição bromatológicas do resíduo de acerola (Tabela 1). No entanto o efeito quadrático apresentado pela FDN, onde o ponto de máxima concentração observada seria aos 3,08% de inclusão do coproduto de acerola, está diretamente relacionado com a composição do coproduto que em comparação com a do capim era menor. Semelhante com os achados do presente estudo, Maia et al. (2015), avaliando o valor nutritivo de silagens de capim elefante com níveis crescentes de coproduto da agroindústria da acerola, observaram que a FDA aumentou linearmente com a inclusão do coproduto, onde a cada 1% de inclusão de coproduto da acerola teve um aumento de 0,19 unidades percentuais de FDA nas silagens. Os autores justificaram esse aumento no FDA devido as maiores concentrações dessa fração analítica no coproduto da acerola quando comparado ao capim-elefante.

Apesar de o teor de proteína bruta total das silagens ter aumentado com a inclusão do coproduto, as frações de NIDN e NIDA também aumentaram. Visto que essas frações são oriundas da complexação de compostos nitrogenados com a FDN e FDA, essa pode ter sido a causa da redução da degradabilidade observada e conseqüentemente da taxa de fermentação das silagens que continham 10 e 20% do coproduto. Segundo Bonfá et al.

(2017), os teores de NIDN e NIDA representam a quantidade de nitrogênio do alimento que é lenta e parcialmente degradada, além da proteína indisponível no rúmen. O NIDN pode ser degradado mais lentamente do que a proteína presente no conteúdo celular; já o NIDA é pouco degradado e, a depender da complexidade de suas ligações com a lignina, faz com que a proteína seja indisponível para o animal. Dessa forma, quanto maior a porcentagem desses componentes em um alimento, menor ou mais lenta é a degradação da proteína.

Corroborando com o encontrado no presente estudo, Silva et al. (2011), avaliando a degradabilidade potencial e valor nutritivo da maniçoba ensilada com níveis crescentes do resíduo vitivinícola, observaram que a degradabilidade potencial diminuiu linearmente com a inclusão do resíduo vitivinícola. Segundo os autores a redução na degradabilidade com a inclusão do resíduo está associada aos altos teores de FDN, FDA e lignina deste resíduo, à medida que aumentou os níveis de inclusão na silagem, aumentaram-se também os níveis desses componentes.

A maior taxa de fermentação com 2% de inclusão do coproduto, pode indicar uma superioridade relativa no valor nutricional dessa silagem, haja visto que esta fração permaneceria menos tempo fermentando no rúmen e proporcionaria maiores valores de consumo. No entanto, a produção total de gás não foi superior para esse tratamento. Segundo Marques et al. (2014), a produção de gases é reflexo da fermentação total do substrato e, conseqüentemente, do desaparecimento da matéria seca.

O potencial da produção de gases dos carboidratos totais acompanha o mesmo comportamento da taxa de fermentação, devido ao aumento no teor de lignina com a adição do coproduto da acerola. Essa lignina presente na parede celular vegetal se complexa aos carboidratos, através de ligações covalentes, formando uma barreira mecânica, dificultando assim a ação dos microrganismos ruminais sobre a parede celular, diminuindo a fermentação ruminal dos carboidratos e conseqüentemente a produção de gases (OLIVEIRA, 2017). Resultados semelhantes foram encontrados por Silva (2015), avaliando o coproduto desidratado de uva como aditivo em silagens de capim-elefante observou efeito linear decrescente, ou seja, o potencial máximo da produção de gases dos carboidratos totais diminuiu com o aumento da inclusão do coproduto desidratado da uva nas silagens de capim-elefante.

Dessa forma, o lag time também foi afetado, tendo em vista uma menor quantidade de material disponível para fermentação, provavelmente as bactérias se concentraram somente nessa fração, reduzindo assim, o tempo de colonização para o tratamento com maior nível de inclusão do resíduo. De acordo com Faria Júnior et al. (2010), a redução no lag time é favorecida pela presença de substratos prontamente fermentáveis, ausência de fatores antinutricionais e/ou por características físicas e químicas da parede celular da amostra, que foi o caso do presente estudo. Nossos achados corroboram com os de Rodrigues et al. (2012), que avaliando silagens de maniçoba aditivadas com coproduto vitivinícola observou que o tempo de colonização foi reduzido até 16% da inclusão do

resíduo, onde a menor e a maior fases de latência encontradas foram para as silagens com 16% (3 h:17 min) e sem inclusão do coproduto vitivinícola (4 h:40 min) respectivamente.

A fim de melhorar a qualidade de algumas forragens e subprodutos da agroindústria, alguns tratamentos químicos ou mecânicos podem ser realizados. Segundo Rocha et al. (2015), a amonização provoca alterações físico-químicas nos constituintes da parede celular, elevação do teor de PB e a digestibilidade do alimento. Desta forma, Para obter uma silagem de melhor qualidade, sugere-se o tratamento químico do resíduo da acerola, melhorando a degradabilidade da mesma.

De acordo com Silva (2016), dados relativos à verificação do uso de subproduto de frutas tratados quimicamente sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes dietéticos são particularmente escassos ou praticamente inexistentes na literatura científica, necessitando dessa forma, maiores estudos, como a utilização de tratamentos químicos ou físicos que visem melhorar o valor nutritivo destes subprodutos.

5 | CONCLUSÃO

Conclui-se que apesar de melhorar a qualidade química e microbiológica de silagem de capim buffel, a inclusão de coproduto de acerola desidratado reduz a qualidade nutricional.

REFERÊNCIAS

AOAC. **Official Methods of Analysis Chemistry**. 16. ed., 4 rev., 2v, 1998.

BERGAMASCHINE, A. F.; PASSIPIÉRI, P.; VERIANO FILHO, W.V.; ISEPON, O. J.; CORREA, L.A. (2006). **Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (*B. brizantha cv. Marandu*) produzidas com aditivos ou forragem emurcheda**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 35, n. 4, p.1454-1462. DOI: 10.1590/S1516-35982006000500027.

BONFÁ, C.S.; CASTRO, G.H.F.; VILLELA, S. D. J.; SANTOS, R. A.; EVANGELISTA, A.R.; JAYME, C. G.; GONÇALVES, L. C.; PIRES NETO, O. S.; BARBOSA, J. A. S. (2015). **Silagem de capim-elefante adicionada de casca de maracujá**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. v.67, n.3, p.801-808. DOI: 10.1590/1678-4162-7982

BONFÁ, C. S.; VILLELA, S. D. J.; CASTRO, G. H. F.; SANTOS, R. A.; EVANGELISTA, A. R.; PIRES NETO, O. S. (2017). **Silagem de capim-elefante adicionada de casca de abacaxi**. Revista Ceres, v. 64, n. 2, p. 176-182. DOI: 10.1590/0034-737x201764020010.

CASTRO, W. J. R.; NEGRÃO, F. M.; MOUSQUER, C. J.; DALMASO, A. C.; FERREIRA, V. B.; SILVA FILHO, A. S.; FONSECA, A. A. (2014). **Silagem de capim buffel (*cenchrus ciliaris* L.) Aditivada com resíduo de cervejaria desidratado**. Revista Eletrônica de Pesquisa Animal, v.02, n.02, p.78-85.

FARIA JÚNIOR, W. G.; GONÇALVES, L.C.; MAURÍCIO, R.M.; RODRIGUES, J.A.S.; COLODO, J.C.N.; FARIA, W.G.; SOUZA, L.F. (2010). **Avaliação das silagens do sorgo BRS-610 em sete estádios de maturação pela técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. v.62, n.4, p.898-905. DOI: 10.1590/S0102-09352010000400020

FERREIRA, A. C.H.; NEIVA J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M.; CAMPOS, W. E.; BORGES, I (2009). **Avaliação nutricional do subproduto da agroindústria de abacaxi como aditivo de silagem de capim-elefante.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, n. 2, p. 223-229. DOI: 10.1590/S1516-35982009000200002.

González, G.; Rodríguez, A.A. (2003). **Effect of storage method on fermentation characteristics, aerobic stability and forage intake of tropical grasses ensiled in round bales.** Journal of Dairy Science, v.86, n.3, p.926-933. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73675-3

MAIA, I. S. A. S.; BRAGA, A. P.; GERRA, D. G. F.; LIMA JÚNIOR, D. M. (2015). **Valor nutritivo de silagens de capim elefante com níveis crescentes de resíduo da agroindústria da acerola.** Acta Veterinária Brasilica, V.9, n.2, p.190-194. DOI: 10.21708/avb.2015.9.2.5238

MARQUES, K. M. S.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; REIS, S. T.; ALMEIDA FILHO, S. H. C.; OLIVEIRA, L. M.; PIRES, D. A. A.; DE AGUIAR, A. C. R.; SOUZA, C. F.; ANTUNES, C. R. (2014). **Cinética de fermentação in vitro de fenos da parte aérea de mandioca.** Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal. v. 15, n. 3, p.528-543. DOI: 10.1590/S1519-99402014000300001

MAURICIO, R.M.; PEREIRA, L.G.R.; GONCALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. (2003). **Relação entre pressão e volume para a implantação da técnica in vitro semi-automática de produção de gases na avaliação de forrageiras tropicais.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. v.55, p.216-219. DOI: 10.1590/S0102-09352003000200014.

McDONALD, P. (1981). **The biochemistry of silage.** New York: John Willey & Sons. 226p.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. (1991). **The biochemistry of silage.** 2.ed. Marlow: Chalcomb Publications, 340p.

MENEZES, D.R.; COSTA, R.G.; ARAÚJO, G.G.L.; PEREIRA, L.G.R.; NUNES, A.C.B.; HENRIQUES, L.T.; RODRIGUES, R.T.S. (2015). **Cinética ruminal de dietas contendo farelo de mamona destoxificado.** Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia.v.67, n.2, p.636-641.

OLIVEIRA, V. S.; MORAIS, J. A. S.; MUNIZ, E. N.; FAGUNDES, J. L.; LIMA, I. G. S.; SANTANA, J. S.; SANTOS, C. B. (2017). **Cinética ruminal de forrageiras tropicais submetidas ou não a sistema de irrigação.** Boletim de Indústria Animal, v.74, n.3, p.195-204. DOI: 10.17523/bia.v74n3p195.

ORSKOV, E.R.; McDONALD, J. (1979). **The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage.** The Journal of Agricultural Science. v.92, n.2, p.499- 503. DOI: 10.1017/S0021859600063048.

PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; DUARTE, L. S.; MIZUBUTI, I. Y.; de ARAÚJO, G. G. L.; CARNEIRO, M. S. S.; REGADAS FILHO, J. G. L.; MAIA, I. S. G. (2010). **Determinação das frações protéicas e de carboidratos e estimativa do valor energético de forrageiras e subprodutos da agroindústria produzidos no Nordeste Brasileiro.** Semina: Ciências Agrárias, v.31, n.4, p.1079-1094. DOI: 10.5433/1679-0359.

ROCHA, F. C.; GARCIA, R.; FREITAS, A. W. P.; BERNARDINO, F. S.; ROCHA, G. C. (2015). **Amonização sobre a composição química e digestibilidade da silagem de capim-elefante/ ammoniation on the bromatological composition and “in vitro” digestibility of elephant-grass silage.** Ceres, v. 53, n. 306.

RODRIGUES, R.T.S.; MENEZES, D. R.; PEREIRA, L. G. R.; DE ARAÚJO, G. G. L.; DANTAS, F. R.; SILVA, T. M. (2012). **Produção de gases e digestibilidade *in vitro* de silagens de maniçoba aditivadas com coproduto vitivinícola**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 7, n. 4, p. 684-690. DOI:10.5039/agraria.v7i4a1434

SILVA, D. J. S., QUEIROZ, A. C. (2002). **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, p. 235.

SILVA, K. T. C. (2015). **Coproduto desidratado de uva como aditivo em silagens de capim-elefante**. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina.

SILVA, T. M.; ARAÚJO, G.G.L.; OLIVEIRA, R.L.; DANTAS, F.R.; BAGALDO, A.R.; MENEZES, D.R.; GARCEZ NETO, A.F.; FERREIRA, G.D.G. (2011). **Degradabilidade ruminal e valor nutritivo da maniçoba ensilada com níveis do resíduo vitivinícola**. Archivos de Zootecnia, v.60, n.229, p.93-103. DOI: 10.4321/S0004-05922011000100011.

SILVA, V. L.; BORGES, I.; ARAÚJO, A.; COSTA, H.; MESSIAS FILHO, F.; FRUTUOSO, F. I.; SILVA, R. H.; ANCÂNTARA, P. B. (2016). **Efeito do tratamento químico sobre a digestibilidade de volumosos e subprodutos agroindustriais**. Revista Acta Kariri-Pesquisa e Desenvolvimento, v.1, n.1, p.29-37, 2016.

THEODOROU, M.K.; WILLIAMS, B. A.; DHANOA, M. S.; MCALLAN, A. B.; FRANCE, J. (1994). **A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds**. Animal Feed Science and Technology, v.48, p.185-197, 1994. DOI: 10.1016/0377-8401(94)90171-6

CAPÍTULO 11

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA RENTABILIDADE NA CRIAÇÃO DE TILÁPIA EM TANQUE ESCAVADO PARA PRODUÇÃO DE FILÉ NO SUL DE GOIÁS

Data de aceite: 11/09/2020

Data da submissão: 03/06/2020

Caio de Oliveira Ferraz Vilela

Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos,
Morrinhos – GO.
<http://lattes.cnpq.br/6604653030790377>

Ramon Pereira da Silva

Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos,
Morrinhos – GO.
<http://lattes.cnpq.br/8274838912197513>

Amanda Aciely Serafim de Sá

Universidade Estadual de Goiás - Campus
Sudeste,
Morrinhos – GO.
<http://lattes.cnpq.br/8235138628178617>

Renato Dusmon Vieira

Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos,
Morrinhos – GO.
<http://lattes.cnpq.br/3518833411546578>

Marcus Vinicius de Oliveira

Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos,
Morrinhos – GO.
<http://lattes.cnpq.br/4265254264261506>

Eric José Rodrigues de Menezes

Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos,
Morrinhos – GO.
<http://lattes.cnpq.br/0377517410591336>

Jorge Stallone da Silva Neto

Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos,
Morrinhos – GO.
<http://lattes.cnpq.br/0552899062978697>

Vinicius Mariano Ribeiro Borges

Universidade Federal de Uberlândia – UFU,
Uberlândia – MG.
<http://lattes.cnpq.br/6450472764446708>

Murilo Alberto dos Santos

Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos,
Morrinhos – GO.
<http://lattes.cnpq.br/1525680808604825>

Romário Ferreira Cruvinel

Universidade Estadual de Goiás - Campus
Sudeste,
Morrinhos – GO.
<https://orcid.org/0000-0002-0396-6711>

Alexandre Fernandes do Nascimento

Universidade Estadual de Goiás - Campus
Sudeste,
Morrinhos – GO.
<http://lattes.cnpq.br/8080572866609410>

Gladstone José Rodrigues de Menezes

Universidade Estadual de Goiás - Campus
Sudeste,
Morrinhos – GO.
<http://lattes.cnpq.br/4576201888912744>

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar a rentabilidade na criação de tilápia em tanque escavado para a comercialização do filé no sul de Goiás, mediante ao acompanhamento dos custos de produção, realizando-se cálculos de indicadores que permitiram a avaliação econômica. Verificou-se que a atividade é economicamente viável, pois o valor presente líquido (VPL) se mostrou positivo nas diferentes

taxas mínimas de atratividade utilizadas e com uma taxa interna de retorno (TIR) de 21,53%, onde o produtor está obtendo lucro desta forma. Entretanto o lucro obtido pelo produtor não foi significativo devido ao preço baixo de comercialização do filé. É importante lembrar que os dados encontrados neste estudo não são definitivos, e que os valores encontrados se aplicam a região do presente estudo e as peculiaridades do produtor estudado.

PALAVRA-CHAVE: VPL, TIR, TMA, custo de produção, filé de tilápia.

ECONOMIC EVALUATION OF PROFITABILITY TILAPIA IN CREATION IN TANK DUG TO FILET PRODUCTION IN SOUTH GOIÁS

ABSTRACT: The objective was to evaluate the profitability in the tilapia tank dug in order to market the filet in the south of Goiás, through the monitoring of production costs, carrying out calculations of indicators that allowed the economic evaluation. It was found that the activity is economically viable because the net present value was positive in the different minimum rates of attractiveness and used with an internal rate of return of 21.53 %, where the producer is a profit this way. However the profit made by the producer was not significant due to low trading fillet. Please note that the data in this study are not definitive, and that the findings apply to the study region and the peculiarities of the studied producer.

KEYWORDS: NPV, IRR, MARR, cost of production, filet of tilapia.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente pequenos e médios produtores buscam opções alternativas para uma atividade econômica que não necessite de grandes áreas de terra e nem grandes investimentos, onde a piscicultura vem se tornando uma opção de atividade rentável (VILELA et al., 2013).

Segundo dados do Boletim Estatístico do Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA (2013) está ocorrendo um crescimento da população, além de, uma alteração no padrão de consumo e com o aumento do poder de compra, gera uma pressão sobre a demanda por alimentos de qualidade. Dentre vários alimentos de qualidade, está o pescado por ser um alimento facilmente digerido, com alto teor de proteína e baixo valor calórico, e ainda excelente fonte de vitaminas e minerais.

Conforme o último levantamento feito pelo MPA (2013), os brasileiros consomem hoje 17,3 kg de pescado per capita.ano⁻¹, quantidade essa que alcança a média mundial que é indicada pela Organização Mundial de Saúde (OMS).

O Brasil vem buscando se tornar o maior produtor mundial de pescado. De acordo com o 1º Anuário Brasileiro de Pesca e Aquicultura (2014), para que isto aconteça, a meta do MPA é incentivar a produção nacional para que, em 2030, o Brasil alcance 20 milhões de toneladas de pescado por ano.

Segundo Rodrigues (2014) o Estado de Goiás tem hoje um dos maiores potenciais de produção de peixes em tanque no país, devido ao clima quente e água em abundância, entretanto esbarra em alguns entraves como, a burocracia da legislação e os altos

encargos. Salaria ainda que o consumo de pescado está em torno de 35 mil toneladas/ano. De acordo com o Boletim Estatístico do MPA (2013), a produção de pescado em 2010 no Estado de Goiás foi de aproximadamente 18 mil toneladas de peixes, ou seja, a procura/oferta de peixe apresentou um déficit de 17 mil toneladas.ano-1.

Entretanto as informações técnicas e econômicas que possam ajudar no planejamento, viabilidade e conseqüentemente crescimento da atividade ainda são escassas (VILELA ,et al., 2013).

Portanto diante destas informações pode se observar que o mercado para a piscicultura no Estado de Goiás é bastante interessante, porém é necessário que se obtenha indicadores econômicos, analisando se a atividade é economicamente viável e alcança uma rentabilidade compatível com os investimentos (VILELA, et al., 2013).

Além disso, quando se tem um planejamento, um controle dos custos e das receitas mais detalhadamente, em conjunto é de grande utilidade para os piscicultores ou responsáveis para que possam selecionar alternativas diferentes que garantam a viabilidade econômica do empreendimento e avaliar as tecnologias de produção utilizadas (VILELA, et al., 2013).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho visou avaliar a rentabilidade da produção de tilápia em tanques escavados com a finalidade de comercialização do filé no Sul de Goiás.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados reais de produção de uma propriedade rural de agricultura familiar do município de Morrinhos-GO localizado geograficamente nas coordenadas 17°37'56.81" de latitude Sul e 48°59'1.53" de longitude Oeste, a 771 m de altitude, na fazenda Barreiro que realiza a criação de tilápia em um tanque escavado de 50x20 m, com um total de 2 mil tilápias por ciclo, onde o produtor faz a retirada do filé e fornece para compradores informais que adquirem toda a produção.

Os coeficientes utilizados foram os custos fixos e custos variáveis e os valores de preços destes coeficientes foram obtidos através de pesquisa realizada em revendas, lojas agropecuárias da região e com o próprio produtor.

Realizou-se a formação de uma planilha de custos que visa demonstrar todos os gastos (saídas) que serão assumidos pelo produtor durante o processo produtivo. Realizou-se a avaliação para quatro ciclos, distribuídos em três anos, com uma quantidade de 2400 alevinos para cada ciclo, considerando 20% de mortalidade em todo o processo, baseando respectivamente em uma produção de 800 g por tilápia, com um total de 1600 kg por ciclo, tendo um rendimento de filé em 33%, totalizando 528 kg de filé de tilápia por ciclo.

O custo de produção é uma ferramenta muito importante para o controle e monitoramento das atividades produtivas, capaz de gerar informações imprescindíveis para subsidiar à tomada de decisão dos produtores rurais. Pode ser definido como a soma

de valores de todos os recursos utilizados ao longo do processo produtivo (CONAB, 2010). Foi utilizada a metodologia para avaliação do custo de produção descrita por Noronha (1987) que segue duas vertentes analíticas: o custo total de produção e o custo operacional de produção. Todos estes custos foram calculados através de uma planilha de custos.

O custo total de produção é dividido em custos fixos e variáveis. Os custos fixos são aqueles que independem da quantidade produzida, sendo representados pela depreciação, mão-de-obra permanente, administração, impostos e taxas (NORONHA, 1987).

A depreciação representa a perda de vida útil dos elementos resultante do desgaste pelo uso, ação da natureza ou provocada pela evolução tecnológica. Existem alguns métodos de se calcular, em que o mais simples e comumente utilizado é o método de depreciação linear. A depreciação é resultante da subtração do valor inicial do bem pelo valor residual do mesmo, dividido pela sua vida útil em anos (NORONHA, 1987).

O custo de oportunidade constitui potenciais encaixes de dinheiro, os quais deixam de se realizar devido às circunstâncias particulares de uma decisão. Em outras palavras, seria o retorno do capital investido na melhor alternativa de sua utilização. Como geralmente não é possível indicar qual o melhor uso, costuma-se calcular o retorno que o capital teria se fosse aplicado no mercado financeiro.

Os custos variáveis são aqueles que variam conforme a quantidade produzida. Esse custo é representado pelos valores de mercado de alevinos, ração, equipamentos, materiais para tubulação, mão-de-obra temporária e operações mecanizadas. O capital circulante é o capital que é consumido durante o processo produtivo. Se esse capital permanecer empatado por um determinado período haverá um custo de oportunidade do capital circulante associado à sua imobilização. Esse custo pode ser expresso pelo valor do capital dividido por dois e multiplicado pela taxa mensal real de juros (NORONHA, 1987) de acordo com o período do investimento, que foi considerado neste caso para sete meses a taxa de 5%.

O custo operacional de produção pode ser dividido em custo operacional efetivo e custo operacional total. O custo operacional efetivo (COE) é o somatório dos gastos que implicam em desembolso do produtor durante o processo produtivo, tais como alevinos, ração, equipamentos, materiais para tubulação, mão-de-obra, operações mecanizadas, administração, impostos e taxas. Já o custo operacional total (COT) é o somatório do COE com as depreciações (ARRUDA, 2013).

A partir dos custos podem-se calcular a margem bruta, renda líquida operacional ou lucro operacional e renda líquida total ou lucro, que são indicadores econômicos que permitem uma análise das condições financeiras da empresa.

A margem bruta é o resultado da subtração da renda bruta (valor monetário pago pela produção) pelo custo operacional efetivo. Deve-se ter cuidado na análise desse indicador, pois ele não contempla todos os custos de produção como custo de oportunidade e depreciação.

A renda líquida operacional ou lucro operacional é o resultado da subtração da renda bruta pelo custo operacional total. Já a renda líquida total ou lucro é o resultado da subtração da renda bruta pelo custo total de produção (ARRUDA, 2013).

A avaliação da viabilidade econômica foi realizada por meio da construção de fluxos de caixa, que são os valores monetários que representam as entradas e saídas dos recursos de produção em determinados períodos de tempo (FERREIRA, 2007). Utilizou-se também como indicadores o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR) que tornará equivalente o valor presente dos lucros futuros aos gastos realizados do projeto, caracterizando, assim, a taxa de remuneração do capital investido (PONCIANO et al., 2004).

O VPL é o valor presente do fluxo de caixa ao longo do projeto. Com isso, consegue-se transferir para o presente instante todas as variações de caixa esperadas no futuro (LYRA et al., 2010).

A taxa mínima de atratividade (TMA) é uma taxa de juros anual que representa o mínimo que o investidor se propõe a ganhar quando faz o investimento. Não existe uma fórmula para o cálculo dessa taxa. É considerada pessoal, pois deve ser determinada conforme o risco do investimento (FERREIRA, 2007).

A TIR é a taxa interna de retorno, ou seja, a taxa hipotética que zera o VPL. Na produção agrícola vários elementos podem variar e afetar o orçamento, como a produtividade e o preço de insumos e serviços, por exemplo. A análise de sensibilidade consiste em estudar o efeito que a variação de um determinado dado do projeto pode influenciar nos resultados esperados, podendo alterar sua rentabilidade (MACIEL e MASSA 2012). Essa avaliação se faz através de simulações nos dados do projeto que são consideradas isoladamente, e quando alteradas implicam consequentemente a alteração do VPL, sendo possível medir, em termos de porcentagem, a sensibilidade do mesmo a elas (BUARQUE, 1991). Feito isso se pode determinar o risco, definindo qual coeficiente mais pode contribuir negativamente causando dano econômico.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados todos os custos assumidos pelo produtor durante o processo produtivo de criação de tilápia para produção de filé por ciclo, servindo de subsídio para o cálculo dos indicadores econômicos.

SAÍDAS				
ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANT.	VALOR UNT. (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
1. ALEVINOS	Mil	2,4	300,00	720,00
2. CONFECÇÃO DO TANQUE				
MAQUINAS	Horas/ Trab.	20,00	200,00	4.000,00
CALCÁRIO	Ton.	0,2	55,40	11,08
MAT. PARA TUBULAÇÃO E SERVIÇO DE INSTALAÇÃO	Unid.	1,0	200,00	200,00
DEPRECIACÃO TANQUE	Anos	3,0	210,00	630,00
3. RAÇÃO				
ALEVINOS (Até 5g) 1,6 mm 50% PB	KG	15,20	4,892	74,36
JUVENIL (Até 30g) 3mm 42% PB	KG	67,40	2,948	198,70
CRESCIMENTO (Até 200g) 5mm 36% PB	KG	352,00	1,928	678,66
ENGORDA (Até 800g) 8mm 32% PB	KG	1465,40	1,84	2.696,34
4. EQUIPAMENTOS				
KIT ANÁLISE DE ÁGUA	Unid.	1,0	420,00	420,00
DISCO DE SECCHI	Unid.	1,0	90,00	90,00
PHMETRO DIGITAL	Unid.	1,0	49,00	49,00
6. MÃO-DE- OBRA				
RAÇOAMENTO DOS PEIXES	Dias/ Homem	210,00	5,00	1.050,00
TEMPORÁRIA	Homem/ Dia	18,00	100,00	1800,00
9. OUTROS				
ADMINISTRAÇÃO	%	8976,00	3,00%	269,28
IMPOSTOS E TAXAS	%	8976,00	2,30%	206,45
CUSTO DE OPORTUNIDADE DO CAPITAL CIRCULANTE	Unid.	4	-	736,89

Tabela 1. Planilha de custos dos coeficientes técnicos na produção de tilápia.

Verifica-se que a planilha contempla o valor unitário e a quantidade de cada item de produção que será necessário na piscicultura. Através da multiplicação desse valor pela quantidade, consegue-se o custo de cada um desses itens. Como para os quatro ciclos não tem nenhuma variação, a maioria dos dados de produção que são encontrados na planilha de custos (Tabela 2) são iguais para os quatro ciclos. Altera-se apenas os valores de confecção do tanque, material para tubulação e serviço de instalação e os equipamentos adquiridos, que não são calculados nos ciclos posteriores.

CUSTOS	TOTAL (R\$)			
	CICLO 1	CICLO 2	CICLO 3	CICLO 4
1. CUSTO TOTAL DE PRODUÇÃO	12.947,31	8.069,33	8.069,33	7.859,33
1.1 CUSTOS FIXOS	1.735,73	1.735,73	1.735,73	1.735,73
1.1.1 Depreciação	210,00	210,00	210,00	-
1.1.2 Mão-de-obra	1.050,00	1.050,00	1.050,00	1.050,00
1.1.3 Administração	269,28	269,28	269,28	269,28
1.1.4 Impostos e Taxas	206,45	206,45	206,45	206,45
1.2 CUSTOS VARIÁVEIS	11.211,58	6.333,62	6.333,62	6.333,62
1.2.1 Custo de Oportunidade capital circ.	273,45	154,48	154,48	154,48
1.2.2 Alevinos	720,00	720,00	720,00	720,00
1.2.3 Ração - Alevinos	74,36	74,36	74,36	74,36
1.2.4 Ração - Juvenil	198,70	198,70	198,70	198,70
1.2.5 Ração - Recria	678,66	678,66	678,66	678,66
1.2.6 Ração - Engorda	2.696,34	2.696,34	2.696,34	2.696,34
1.2.7 Operações Mecanizadas	4.000,00	-	-	-
1.2.8 Calcário	11,08	11,08	11,08	11,08
1.2.9 Material para Tubulação e Serviço de Instalação	200,00	-	-	-
1.2.10 Kit Análise de Água	420,00	-	-	-
1.2.11 Phmetro Digital	49,00	-	-	-
1.2.12 Disco de Secchi	90,00	-	-	-
1.2.13 Mão de Obra Temporária	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00
2. CUSTO OPERACIONAL EFETIVO	12.463,85	7.704,85	7.704,85	7.704,85
3. CUSTO OPERACIONAL TOTAL	12.673,85	7.914,85	7.914,85	7.704,85

Tabela 2. Planilha de custos da produção de filé tilápia.

A Tabela 2 demonstra os resultados obtidos com os cálculos de custos para a produção de 528 kg de filé de tilápia nos quatros ciclos avaliados. O custo total é o melhor indicador econômico, pois contempla todos os custos incluindo o custo de oportunidade.

Os custos variáveis possuem grande representatividade no custo total de produção, representando, em média, cerca de 81,8% do mesmo. Isso se justifica, pois, a piscicultura tem um alto custo com rações, que neste caso chegou a 41%, em média, além da mão de obra que também tem um custo elevado, representando, em média, 32% do custo total de produção. Além disso, para a confecção do tanque é necessário a contratação de operações mecanizadas, da aquisição de material para tubulação e serviço de instalação, e calcário para a manutenção do tanque, que juntos representaram 11,9% do custo de produção. Sendo estes os custos mais significativos na produção.

Através dos custos, pode-se calcular outros indicadores econômicos que são apresentados na Tabela 3.

INDICADORES ECONÔMICOS	TOTAL (R\$)			
	CICLO 1	CICLO 2	CICLO 3	CICLO 4
RENDA BRUTA	8.976,00	8.976,00	8.976,00	12.546,00
MARGEM BRUTA	-3.487,85	1.271,15	1.271,15	4.841,15
RENDA LÍQUIDA OPERACIONAL	-3.697,85	1.061,15	1.061,15	4.841,15
RENDA LÍQUIDA TOTAL (Lucro)	-3.971,31	906,67	906,67	4.686,67

Tabela 3. Indicadores econômicos para análise das condições financeiras da produção de filé de tilápia.

O valor monetário que foi de R\$ 17,00 o kg do filé, pago pela produção mais o valor residual do tanque no último ciclo (renda bruta), apresentado na Tabela 3, garantiu a reposição do capital investido, realizando a quitação de todos os custos, com exceção do ciclo1 devido o investimento feito com a confecção do tanque. A margem bruta apresentada na tabela 3 também se mostrou satisfatória para os ciclos 2, 3 e 4.

A renda líquida total foi negativa no primeiro ciclo e teve valores baixos em todos os outros ciclos.

Todos os indicadores calculados foram positivos nos ciclos 2, 3 e 4, no ciclo 1 os valores foram negativos, entretanto os valores de lucro estão abaixo do esperado, necessitando da avaliação econômica para verificar de forma mais concreta a rentabilidade da atividade.

A avaliação econômica é feita através do fluxo de caixa para o cálculo do VPL e da TIR. O fluxo de caixa da Tabela 4 foi obtido através da planilha de custos.

CICLO 1 (R\$)	CICLO 2 (R\$)	CICLO 3 (R\$)	CICLO 4 (R\$)
-3.971,31	906,67	906,67	4.686,67

Tabela 4. Fluxo de caixa.

Por meio destes valores, pôde-se calcular o VPL, considerando como TMA os valores de 5%, 10%, 15%, 20% ao ano e também calcular a TIR (Tabela 5).

TMA	VPL (R\$)	TIR
5,00%	1.763,08	21,53%
10,00%	1.123,41	
15,00%	584,23	
20,00%	126,07	

Tabela 5. Cálculo do VPL com base na TMA e cálculo da TIR.

Em todas as taxas mínimas de atratividade o VPL se mostrou positivo. Isso significa que o projeto é rentável, pois consegue cobrir todos os custos de produção e ainda sobra um valor adicional (lucro), entretanto, quando se trabalha com uma TMA de 20% que é o ideal, o retorno do capital investido não é muito significativo.

Através dos fluxos de caixa, também se chegou ao resultado da TIR que foi de 21,53% (Tabela 5). Como foi dito que o ideal é trabalhar com uma TMA de 20%, mostrou-se também através da TIR que a produção é viável, ou seja, o produtor obterá lucro. Porém, como foi trabalhado com uma taxa mínima de atratividade de 20 %, o produtor está obtendo um lucro relativamente pequeno, como foi mostrado também pelo VPL.

Realizou-se então a análise de sensibilidade com VPL na taxa de 15%, mostrando o efeito negativo de uma variação de 10% nos preços de produção, insumos e serviços, para verificar quais índices mais afetam negativamente o VPL e a TIR do empreendimento, como mostrado na Tabela 6.

VPL 15%	VPL INICIAL (R\$)	VPL FINAL (R\$)	% DE VARIAÇÃO	TIR INICIAL	TIR FINAL	% DE VARIAÇÃO
ALEVINOS	584,23	347,84	40,46	21,53%	18,83%	12,50
RAÇÃO	584,23	-613,50	205,01	21,53%	8,57%	60,20
CONFEC. DO TANQUE	584,23	160,59	72,51	21,53%	16,66%	22,59
MÃO-DE-OBRA FIXA	584,23	239,49	59,01	21,53%	17,62%	18,12
MÃO-DE-OBRA TEMPORÁRIA	584,23	-6,75	101,16	21,53%	14,93%	30,66
IMPOSTOS E TAXAS	584,23	516,45	11,60	21,53%	20,75%	3,62
ADMINISTRAÇÃO	584,23	495,82	15,13	21,53%	20,51%	4,71
EQUIPAMENTOS	584,23	528,33	9,57	21,53%	20,84%	3,18
PREÇO/PRODUÇÃO	584,23	-2.206,60	477,69	21,53%	-6,51%	130,26

Tabela 6. Análise de sensibilidade na taxa mínima de atratividade a 15%.

Com a redução no preço pago pela produção em 10%, ocorreu a maior variação negativa no VPL do empreendimento que foi de 477,69% e na TIR que foi de 130,26%. Com essa variação, o VPL e a TIR se mostram negativos, e o produtor está tendo prejuízo. Considerando um aumento de 10% no preço de cada item, destacaram-se como mais sensíveis a ração, mão-de-obra temporária, confecção do tanque, mão-de-obra fixa e os alevinos (Tabela 6).

É importante ressaltar que o produtor rural convive sempre com incertezas e a finalidade da análise de sensibilidade é indicar quais variáveis mais afetam de forma negativa no custo total de produção, contribuindo para o produtor na tomada de decisão diante de todos os riscos assumidos com ela. Como em todo empreendimento, existe a probabilidade da ocorrência de situações adversas causando consequências na produção.

Por isso, é necessário que haja um manejo correto dos peixes, e um mercado favorável para a comercialização da produção, reduzindo assim os riscos.

4 | CONCLUSÃO

Diante dos fatos mencionados, pode ser verificado, com os índices econômicos calculados e a avaliação econômica realizada, é que a produção de tilápia em tanque escavado para a comercialização do filé no Sul de Goiás é rentável. A piscicultura no panorama nacional e estadual possui um grande potencial de mercado. Entretanto algumas ressalvas devem ser feitas, devido ao baixo retorno lucrativo da atividade neste caso. O preço pago pelo quilograma do filé de tilápia está muito baixo, como a venda é feita para compradores informais, o preço que o produtor recebe pela sua produção é muito pequeno, tendo em vista que o preço do filé seria muito mais elevado se fosse comercializado para supermercados ou frigoríficos especializados. Além dos custos com ração e da demanda de mão-de-obra especializada para retirada do filé, que eleva o custo de produção.

Por isso o produtor deve atentar a estes fatores na hora da tomada de decisão de investimento do seu capital, tendo um melhor planejamento no manejo dos peixes e da comercialização do seu produto final, para que possa obter lucro de forma significativa na atividade. É importante lembrar que os dados encontrados neste estudo não são definitivos, e que os valores encontrados se aplicam a região do presente estudo e as peculiaridades do produtor estudado.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, L. **Administração e economia rural**. São Paulo: Instituto formação, 2013. 5p.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA). **1º Anuário Brasileiro da Pesca e Aquicultura**. 2014. Disponível em: <http://formsus.datasus.gov.br/novoimgarq/16061/2489520_218117.pdf> Acesso em: 29 out. 2015.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA). **Balanço 2013 Pesca e Aquicultura**. 2013. Disponível em: <<http://http://www.mpa.gov.br/files/docs/Publicidade/Cartilha-Balan%C3%A7o-2013-Minist%C3%A9rio-Pescaaquicultura.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2015.

BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos**. 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991. 266p.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Custo de produção agrícola: a metodologia da Conab**. Brasília. 2010. 15p.

FERREIRA, R. J. **Contabilidade de custos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Ferreira, 2007.

LYRA, G. B. et al. **Viabilidade econômica e risco do cultivo de mamão em função da lâmina de irrigação e doses de sulfato de amônio**. 2010. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/2451/2451>>. Acesso em: 29 out. 2015.

MACIEL, P.; MASSA, R. **Análise de sensibilidade**. Recife: UFP, 2012.

NORONHA, J. F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1987. 269p.

PONCIANO, N. J. et al. **Análise de viabilidade econômica e de risco da fruticultura na região norte Fluminense**. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010320032004000400005&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 29 out. 2015.

RODRIGUES, K. **O lucro que vem debaixo d' água**. Revista Campo. Goiás, ano XIII, n. 230, p. 22-26, agosto/2014.

VILELA, M. C. et al. **Análise da viabilidade econômico-financeira de projeto de piscicultura em tanques escavados**. 2013. Disponível em: <<http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero3v9/piscicultura.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2015.

METABOLISMO DO ÁCIDO FÍTICO E FITASE E SUA UTILIZAÇÃO NA PISCICULTURA

Data de aceite: 11/09/2020

Data de submissão: 20/06/2020

Jaísa Casetta

Universidade Estadual de Maringá
Maringá – PR.
<https://orcid.org/0000-0001-9994-077X>

Vanessa Lewandowski

Universidade Federal da Grande Dourados,
Dourados – MS.
<https://orcid.org/0000-0003-4946-5805>

Cesar Sary

Universidade Estadual de Maringá
Maringá – PR.
<https://orcid.org/0000-0001-5342-8105>

Pedro Luiz de Castro

Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul,
Aquidauana – MS.
<https://orcid.org/0000-0001-7351-6938>

Laís Santana Celestino Mantovani

Universidade Estadual de Maringá
Maringá – PR.
<https://orcid.org/0000-0002-7481-3616>

RESUMO: O objetivo do trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica sobre o ácido fítico e a fitase, bem como sobre os benefícios da utilização dessa enzima em sistema de produção de peixes. No vegetais, o ácido fítico atua na reserva de fósforo, na reserva energética e na imobilização de cátions multivalentes. Por meio de ligações eletrostáticas, o fitato forma complexos insolúveis com minerais, além de proteínas, lipídeos e amido, reduzindo a

biodisponibilidade dos nutrientes, uma vez que esses complexos formados não são absorvidos no trato gastrointestinal. A enzima fitase possui a capacidade de hidrolisar a molécula de ácido fítico, diminuindo a sua capacidade de quelação em relação aos diferentes cátions. A fitase vem sendo bastante estudada não somente por disponibilizar maior quantidade de fósforo inorgânico para absorção, mas também por evitar o efeito negativo do ácido fítico sobre outros nutrientes como minerais e proteínas. O aumento do interesse na investigação dos efeitos da fitase em dietas para peixes deve-se principalmente ao fato de haver maior aproveitamento do fósforo de fontes vegetais por meio da inclusão dessa enzima e a consequente redução da necessidade de suplementação de fósforo inorgânico nas rações, diminuindo o impacto ambiental no meio aquático gerado pela excreção desse mineral nas fezes, contribuindo para manutenção a qualidade de água tanto em sistemas de produção como em sistemas naturais.

PALAVRAS-CHAVE: Fósforo, complexos, absorção de nutrientes, qualidade de água.

METABOLISM OF PHYTIC ACID AND PHYTASE AND ITS USE IN FISH FARMING

ABSTRACT: The objective was to conduct a literature review on the phytic acid and phytase as well as on the benefits of using this enzyme in fish production system. In vegetals, phytic acid acts in phosphorus reserve in energy reserves and immobilization of multivalent cations. Via electrostatic bonds, phytate form insoluble complexes with minerals, and protein, lipid and

starch by reducing the bioavailability of nutrients, since these complexes formed are not absorbed in the gastrointestinal tract. The phytase enzyme has the ability to hydrolyze phytic acid molecule, decreasing its chelating ability with respect to different cations. The phytase has been extensively studied not only for providing greater amount of inorganic phosphorus to absorption, but also to avoid the negative effect of phytic acid with other nutrients such as minerals and proteins. The increased interest in the investigation of the effects of phytase on fish diets is primarily due to the fact that there is increased use of vegetable sources of phosphorus by the inclusion of this enzyme, and thus reducing the need for supplementation of inorganic phosphorus in the feed, reducing the environmental impact on aquatic generated by this mineral excretion in faeces, thereby contributing to maintaining water quality both in production systems as in natural systems

KEYWORDS: Phosphorus, complex, nutrient uptake, water quality.

1 | INTRODUÇÃO

As rações fabricadas tanto para peixes, como outros animais, são produzidas a partir da utilização de uma gama de alimentos de forma a atender corretamente suas exigências nutricionais. Nos últimos anos tem-se buscado maior utilização de ingredientes de origem vegetal, uma vez que, possuem custo relativamente inferior, composição e disponibilidade constante, quando comparados aos ingredientes de origem animal. Além disso, a utilização de fontes vegetais para a fabricação de rações destinadas a produção aquícola brasileira é favorecida pelo fato do Brasil ser um grande produtor de grãos.

Entretanto, esses ingredientes apresentam fatores antinutricionais em sua composição que reduzem o aproveitamento de nutrientes desses alimentos (BENEVIDES et al., 2015). O ácido fítico é um desses fatores e é responsável pelo armazenamento de fósforo nas plantas (QUIRRENBACH et al., 2009). Além disso, ele forma quelato com nutrientes, como minerais e proteínas e impede que essas moléculas sejam absorvidas no trato gastrointestinal dos peixes (KUMAR et al., 2012). A fitase é uma enzima aplicada nas dietas que tem função de quebrar os quelatos formados, liberando o fósforo e outros nutrientes antes indisponibilizados para absorção e utilização no metabolismo animal.

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi apresentar uma revisão bibliográfica sobre o ácido fítico e a fitase, bem como sobre os benefícios da utilização dessa enzima em sistema de produção de peixes.

2 | INGREDIENTES DE ORIGEM VEGETAL NA ALIMENTAÇÃO DE PEIXES

As rações são compostas por alimentos classificados como proteicos e energéticos. Segundo El-sayed (1999), os ingredientes de origem animal ainda são à base da formulação de dietas para peixes, por apresentarem alto nível de proteína, composição de aminoácidos equilibrada e pouco ou nenhum fator antinutricional. A farinha de peixe é o principal

ingrediente de origem animal e a fonte proteica mais utilizada em dietas na aquicultura mundial (FABREGAT et al., 2008). Entretanto, representa um dos ingredientes mais onerosos da dieta e sua disponibilidade está cada vez menor, pois a produção mundial de farinha de peixe não atende à demanda (PEZZATO; BARROS; FURUYA, 2009). Os demais ingredientes proteicos de origem animal disponíveis no mercado como farinha de vísceras de aves, farinha de carne e farinha de sangue, também apresentam elevada demanda e disponibilidade restrita (BERGAMIN et al., 2010).

O farelo de soja é a fonte proteica vegetal mais utilizada na substituição das farinhas de origem animal (VEIVERBERG et al., 2008), apresentando elevado nível de proteína (cerca de 42%), com ótimo balanço de aminoácidos e, ainda, quase a totalidade dos ácidos graxos necessários para os peixes de água doce (FABREGAT et al., 2011). O milho é o ingrediente energético mais utilizado na alimentação animal e um dos mais importantes cereais produzidos no mundo, sendo considerado alimento energético padrão (GOES et al., 2013). Outro alimento energético de destaque, é o farelo de trigo, que pode ser considerado alternativa ao milho na alimentação animal, principalmente nos períodos de entressafra do milho (FEDRIZI, 2009).

Entretanto, a maior parte dos ingredientes de origem vegetal apresenta uma variedade de fatores antinutricionais (FRANCIS; MAKKAR; BECKER, 2001). Eles estão presentes nos vegetais de forma natural, com a finalidade de proteção contra o ataque de fungos, bactérias e insetos (LEITE et al., 2012).

Os efeitos provocados pelos fatores antinutricionais no desempenho produtivo dos peixes dependem do tipo e quantidade da substância contida no ingrediente, da quantidade do alimento na dieta que contém esses fatores, do processamento da ração e da espécie animal em questão (PINTO et al., 2000).

Alguns métodos podem ser empregados com a finalidade de redução dos fatores antinutricionais dos vegetais, como tratamento térmico, imersão em água destilada, germinação e extração com metanol (YASMIN et al., 2008).

Além desses métodos, a adição de enzimas exógenas na dieta vem sendo utilizada com o intuito de remoção desses fatores. A suplementação delas nas dietas permite que os peixes aproveitem nutrientes dos ingredientes vegetais, antes não aproveitados, por não terem enzimas endógenas que permitem a sua digestão (CAMPESTRINI et al., 2005).

3 | ÁCIDO FÍTICO

Durante o desenvolvimento normal, as plantas retiram os nutrientes minerais do solo e, na fase de maturação dos grãos, ocorre um deslocamento desses elementos para as sementes. O fósforo absorvido do solo é armazenado na forma de ácido fítico ou fitato (hexafosfato de mio-inositol) e encontra-se em sementes de plantas, cereais e farelos de oleaginosas (FRANCIS; MAKKAR; BECKER, 2001). Seu local de deposição varia conforme

a espécie de planta, podendo ser em células de aleurona ou no embrião (ROSTAMI e GIRI, 2013). Nos vegetais, o ácido fítico atua principalmente na reserva de fósforo, regulando os níveis de fosfato inorgânico nesses organismos, atua também na reserva energética e na imobilização de cátions multivalentes (QUIRRENBACH et al., 2009).

A fórmula molecular do ácido fítico é $C_6H_{18}O_{24}P_6$, sendo 1,2,3,4,5,6 hexaquis (dihidrogênio) fosfato *mio*-inositol sua nomenclatura oficial (KUMAR et al., 2012) (Figura 1). Segundo Rostami e Giri (2013), a utilização do prefixo “hexaquis” ao invés de “hexa” indica que os fosfatos não são internamente ligados, sendo um ligante polidentado, ou seja, que possui mais do que um ponto de ligação.

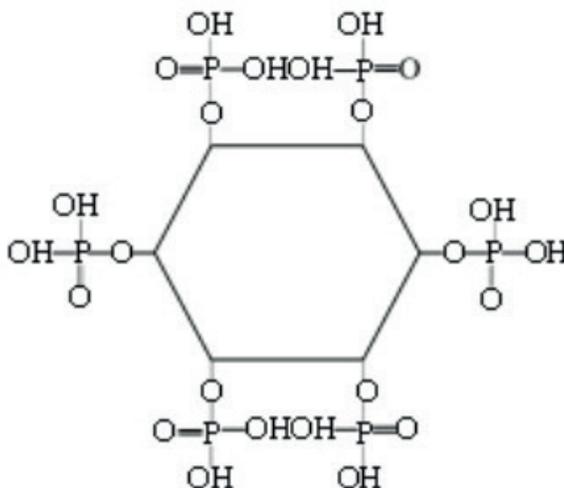


Figura 1. Estrutura molecular do ácido fítico

Apesar de diversos estudos relacionados ao ácido fítico, seu processo de síntese e metabolismo nas plantas ainda não é totalmente compreendido (HATZACK et al., 2001). A biossíntese do fitato é difícil de ser entendida, pois os intermediários relacionados à esse processo são difíceis de serem detectados (ASADA; TANAKA; KASAI, 1968). Entretanto, sua síntese consiste em um processo de fosforilação da molécula de 1E-*mio*-inositol-3-fosfato (Ins3P1). Essa molécula é formada tanto a partir de D-glicose-6-fosfato pela ação da enzima sintetase Ins3P1, bem como pela molécula de *mio*-inositol pela ação da enzima *mio*inositol-quinase. A formação do Ins3P1 consiste no primeiro passo no metabolismo do *mio*-inositol e na biossíntese de ácido fítico. Subseqüentemente, as enzimas quinases catalisam a fosforilação de fosfatidilinositol gradual de Ins3P1 para produzir *mio*-inositol, di-, tri-, tetra-, penta- e hexafosfato e dessa forma, a formação de *mio*-hexaquisfosfato (IP6) ou ácido fítico (PAULA, 2007) (Figura 2).

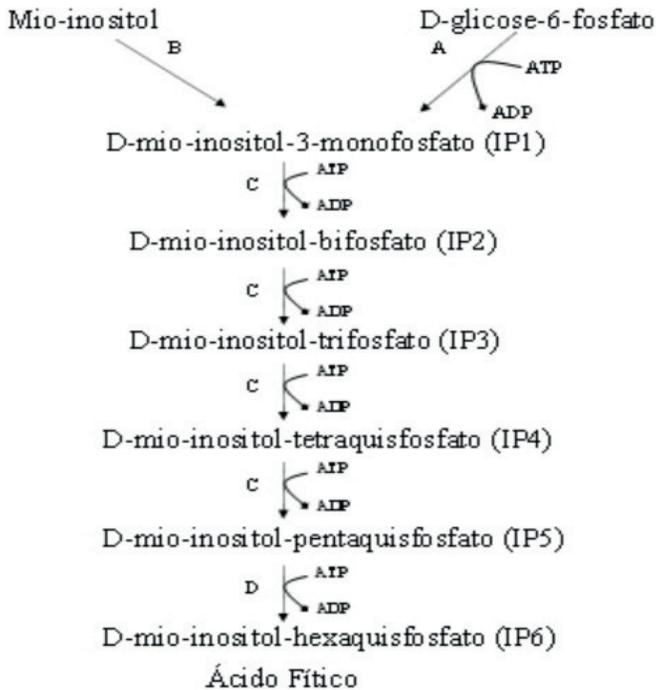


Figura 2. Síntese do ácido fítico, através da formação do IP1 pela ação das enzimas sintetase Ins3P1(A) e mio-inositol-quinase (B) e sua sequente fosforilação até a formação, sob ação das enzimas quinase (C) e pentaquisfosfato quinase (D) sem a presença de intermediários

Devido à capacidade de armazenamento de fósforo, o ácido fítico era considerado primeiramente como fator limitante na disponibilidade desse mineral de alimentos vegetais (MORALES et al., 2013). Entretanto verificou-se que em condições naturais, esse composto apresenta alto potencial de quelação (GRAF e EATON, 1990), pois encontra-se carregado negativamente, fazendo com que seu grupo fosfato se complexe com moléculas carregadas positivamente. Segundo Quirrembach et al. (2009), a molécula de ácido fítico pode apresentar até doze cargas negativas, sendo duas localizadas em cada um dos seis grupos fosfatos.

Dessa forma, por meio de ligações eletrostáticas, o fitato forma complexos com minerais (Ca, Zn, Mn, Fe, entre outros), além de proteínas, lipídeos e amido (KUMAR et al., 2012) (Figura 3). Ressalta-se que esse poder de quelação reduz a biodisponibilidade dos nutrientes, uma vez que esses complexos formados não são absorvidos no trato gastrointestinal (GREINER e KONIETZNY, 2006), pelo fato de serem insolúveis em pH próximo do intestino (FUKUJI et al., 2008).

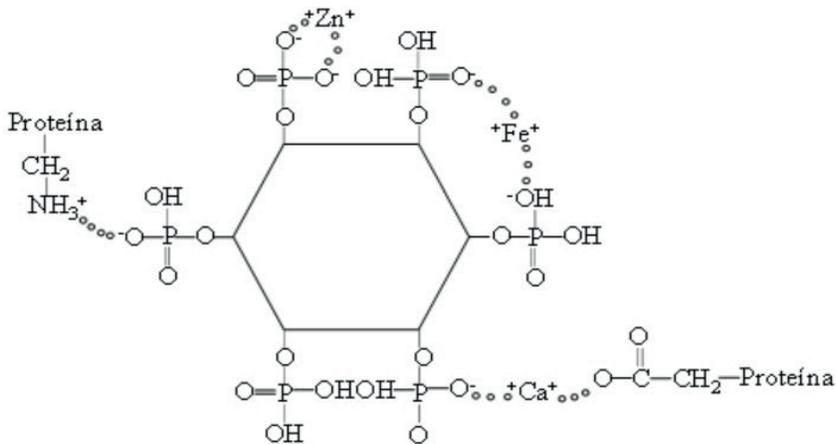


Figura 3. Esquema de complexos formados pelo ácido fítico com minerais e proteínas

Em relação à sua capacidade de reserva de fósforo, Nolan; Duffin e Mcweeny (1987), afirmaram que até 90% do total desse mineral presente nas plantas pode estar na forma de fitato. Kumar et al. (2012), estimaram que a produção anual de fitato é de cerca de 14,4 milhões de toneladas, em virtude da produção mundial de sementes e frutas. Por exemplo, o milho, trigo e farelo de soja, que são ingredientes vegetais amplamente utilizados na fabricação de rações para animais, apresentam em torno de 2,4; 3,08 e 6,66% de fósforo, sendo que desse total 85; 74,9 e 68,3%, respectivamente, apresentam-se na forma de fitato (GODOY et al., 2005).

4 | FITASE

A enzima fitase é quimicamente conhecida mio-inositol-hexafosfato fosfohidrolase (BARUAH et al., 2004). Ela possui a capacidade de hidrolisar a molécula de ácido fítico (MORALES et al., 2013), sequestrando seus grupos ortofosfatos e produzindo uma série de ésteres de fosfatos de *mio*-inositol, através de sucessivas reações de desfosforilação, conduzindo na produção de *mio*-inositol livre, juntamente com seus fósforos inorgânicos (BARUAH et al., 2004; DEBNATH et al., 2005). Além do mais, através dessa hidrólise, a fitase provoca diminuição da capacidade de quelação do ácido fítico em relação aos diferentes cátions (KUMAR et al., 2012).

A unidade de medida da fitase é expressa pelas siglas FYT, FTU, PU ou U (KUMAR et al., 2010), cujos significados referem-se à unidade de fitase ativa, sendo definida como a quantidade de enzima necessária para liberar um micromol de fósforo inorgânico em um minuto em substrato de ácido fítico à temperatura de 37°C e pH 5,5 (FUKAYAMA et al., 2008). Segundo Cao et al. (2007), essa enzima apresenta picos de atividade em pH de 2,5 e 5,0-5,5, sendo então considerado que a atividade ideal da mesma é obtida no intervalo

de pH de 2,5 a 5,5. Entretanto, devido à diversidade do trato gastrointestinal dos peixes, ela mostra diferente eficiência em relação as diferentes espécies (CAO et al., 2007), uma vez que é diretamente afetada pelo pH e temperatura do estômago, os quais afetam a solubilidade do ácido fítico e proteína (MORALES et al., 2011).

As fontes naturais dessa enzima são vegetais (trigo, soja, milho, arroz, centeio, cevada, entre outros), bactérias do tipo Enterobacteriaceae e fungos como *Aspergillus niger* (DVORÁKOVÁ, 1998; FIREMAN e FIREMAN, 1998). Entretanto, destaca-se que a obtenção através da membrana celular de fungos é comercialmente a forma mais comum de obtenção da mesma (PANDEY et al., 2001).

As fitases são classificadas em 2 categorias quanto à hidrólise realizada nos grupos fosfato do ácido fítico, sendo considerada 3-fitase, quando o processo de hidrólise do mesmo inicia-se no terceiro fosfato e, 6-fitase quando é primeiramente realizada no sexto fosfato (RUTHERFURD et al., 2012). Segundo Selle et al. (2007), a enzima isolada de *A. niger* é classificada como 3-fitase, enquanto que de outros micro-organismos como *Peniophora lycii* e *Escherichia coli* são categorizadas como 6-fitase. Ela também pode ser categorizada conforme o pH de ação, sendo considerada uma enzima ácida quando apresenta pH de ação em torno de 5,0 e alcalina quando esse valor se eleva para aproximadamente 8,0 (KONIETZNY e GREINER, 2002).

Segundo Cao et al. (2007), a fitase pode ser adicionada em dietas para animais na forma de pó, grânulos ou líquidos, sendo submetidas à um pós-revestimento ou pré-tratamento, com a finalidade de evitar problemas durante o processamento como a extrusão, principalmente em relação à altas temperaturas, uma vez que essa enzima não é estável ao calor.

A fitase vem sendo bastante estudada não somente por disponibilizar maior quantidade de fósforo inorgânico para absorção, mas também por evitar o efeito negativo do ácido fítico sobre outros nutrientes como minerais e proteínas (CAIRES et al., 2008).

Diversos estudos demonstram a eficiência da utilização da fitase para aves e suínos em diferentes parâmetros observados como na digestibilidade e retenção de nutrientes e no desempenho produtivo. Apesar da utilização da mesma estar bem estabelecida para animais terrestres, não é tão extensivamente aplicada na aquicultura (MORALES et al., 2011).

O aumento do interesse na investigação dos efeitos da fitase em dietas para peixes deve-se principalmente ao fato de haver maior aproveitamento do fósforo de fontes vegetais por meio da inclusão dessa enzima e a conseqüente redução da necessidade de suplementação de fósforo inorgânico nas rações, diminuindo o impacto ambiental no meio aquático gerado pela excreção desse mineral nas fezes (BOCK et al., 2007).

Nesse sentido, Bock et al. (2007) observaram eficiência de 29,55% maior na utilização do fósforo em alevinos de tilápia alimentados com dieta contendo 2000 FTU quando comparado a dieta contendo fosfato sem adição de fitase. Os mesmos autores

ainda verificaram uma quantidade de 1,16% menor de fósforo nas fezes dos animais alimentados com rações contendo a enzima. Gonçalves et al. (2007) observaram que a suplementação de fitase aumentou em 25,75; 25,82; 43,1 e 45,75% o aproveitamento desse mineral para alimentos vegetais como milho, farelo de soja, glúten de milho e farelo de arroz, respectivamente.

O fósforo fítico não absorvido e excretado, juntamente com a quantidade de fósforo inorgânico adicionada às rações, que não é retido pelo organismo, afetam negativamente na qualidade de água. Cyrino et al. (2010) destacam que as sobras alimentares e as fezes são as principais fontes de poluentes em efluentes de piscicultura intensiva, sendo que o excesso de fósforo no meio aquático torna-se impactante devido ao fato de ser é o nutriente mais limitante para produção primária de algas, influenciando conseqüentemente na eutrofização do ambiente, diminuindo o oxigênio existente, além de contaminar o solo e as águas subterrâneas.

REFERÊNCIAS

ASADA, K.; TANAKA, K.; KASAI, Z. **Phosphorylation of myo-inositol in ripening grains of rice and wheat. Incorporation of phosphate-32-P and myo-inositol-3H into myo-inositol phosphates.** *Plant Cell Physiology*, v. 9, p. 185–193, 1968.

BARUAH, K. et al. **Dietary Phytase : An ideal approach for a cost effective and low-polluting aquafeed.** *WorldFish Center Quarterly*, v. 27, n. 3, p. 15–19, 2004.

BENEVIDES, C. M. DE J. et al. **Fatores antinutricionais em alimentos: revisão.** *Segurança Alimentar e Nutricional*, v. 18, n. 2, p. 67. 2015.

BERGAMIN, G. T. et al. **Substituição da farinha de carne suína por fontes vegetais em dietas para carpa-húngara.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 45, n. 10, p. 1189–1197, out. 2010.

BERGAMIN, G. T. et al. **Extração de antinutrientes e aumento da qualidade nutricional dos farelos de girassol, canola e soja para alimentação de peixes.** *Ciência Rural*, v. 43, n. 10, p. 1878–1884, out. 2013.

BOCK, C.L. et al. **Fitase em rações para tilápia- do-nilo na fase de crescimento.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, p. 1455–1461, 2007.

CAIRES, C. M. et al. **Enzimas na alimentação de frangos de corte.** *Revista Eletrônica Nutritime*, v. 5, n. 1, p. 491–497, 2008.

CALDERANO, A. A. et al. **Composição química e energética de alimentos de origem vegetal determinada em aves de diferentes idades.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 2, p. 320–326, fev. 2010.

CAMPESTRINI, E. et al. **Utilização de enzimas na alimentação animal.** *Revista Eletrônica Nutritime*, v. 2, p. 259–272, 2005

CAO, L. et al. **Application of microbial phytase in fish feed.** Enzyme and Microbial Technology, v. 40, n. 4, p. 497–507, mar. 2007.

CYRINO, J. E. P. et al. **A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, n. suplemento especial, p. 68–87, 2010.

DEBNATH, D. et al. **Effect of dietary microbial phytase supplementation on growth and nutrient digestibility of *Pangasius pangasius* (Hamilton) fingerlings.** Aquaculture Research, v. 36, n. 2, p. 180–187, fev. 2005.

DVORÁKOVÁ, J. **Phytase : Sources , Preparation and Exploitation.** Folia Microbiologica, v. 43, n. 4, p. 323–338, 1998.

EL-SAYED, A.-F. M. **Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis spp.*** Aquaculture, v. 179, n. 1–4, p. 149–168, set. 1999.

FABREGAT, T. E. H. P. et al. **Digestibilidade aparente da energia e de ingredientes selecionados para juvenis de Pacu *Piaractus mesopotamicus*.** Revista Acadêmica: Ciência Animal, v. 6, n. 4, p. 459, 2008.

FABREGAT, T. E. H. P. et al. **Substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja em dietas para juvenis de curimba.** Boletim do Instituto de Pesca, v. 37, n. 3, p. 289–294, 2011.

FEDRIZI, L. F. B. **Digestibilidade de nutrientes, crescimento e variáveis metabólicas em tilápias do Nilo alimentadas com fontes de carboidratos peletizadas, extrusadas ou cruas.** Jaboticabal - São Paulo, Brasil: Universidade Estadual Paulista, 2009.

FIREMAN, A. K. A. T.; FIREMAN, F. A. T. **Fitase na alimentação de poedeiras.** Ciência Rural, v. 28, n. 3, p. 529–534, 1998.

FLORA, M. A. DELLA et al. **Biologia e Cultivo do Dourado (*Salminus brasiliensis*).** Acta Veterinaria Brasilica, v. 4, n. 1, p. 7–14, 2010.

FRANCIS, G.; MAKKAR, H. P. .; BECKER, K. **Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish.** Aquaculture, v. 199, n. 3–4, p. 197–227, ago. 2001.

FUKAYAMA, E. H. et al. **Efeito da suplementação de fitase sobre o desempenho e a digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 37, n. 4, p. 629–635, 2008.

FUKUJI, T. S. et al. **Ácido fítico de híbridos de milho e alguns produtos industrializados.** Acta Scientiarum. Agronomy, v. 30, n. 1, p. 31–35, 2008.

GODOY, S. et al. **Phytic phosphorus and phytase activity of animal feed ingredients.** Interciência, v. 30, p. 24–28, 2005.

GOES, R. H. DE T. E B. DE; SILVA, L. H. X. DA; SOUZA, K. A. DE. **Alimentos e Alimentação Animal.** 1. ed. Dourados - MS: Triunfal Gráfica e Editora, 2013.

GRAF, E.; EATON, J. W. **Antioxidant functions of phytic acid**. Free Radical Biology & Medicine, v. 8, p. 61–69, 1990.

GONÇALVES, G.S. et al. **Disponibilidade aparente do fósforo em alimentos vegetais e suplementação da enzima fitase para tilápia-do-nylo**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, p.1473-1480, 2007.

GREINER, R.; KONIETZNY, U. **Phytase for Food Application**. Food Technology and Biotechnology, v. 44, n. 2, p. 125–140, 2006.

HATZACK, F. et al. **Inositol phosphates from barley low-phytate grain mutants analysed by metal-dye detection HPLC and NMR**. The Biochemical journal, v. 354, n. Pt 2, p. 473–80, 1 mar. 2001.

KONIETZNY, U.; GREINER, R. 2002. **Molecular and catalytic properties of phytate-degrading 792 enzymes (Phytases)**. International Journal of Food Science & Technology, v.37, p. 791-812, 2002.

KUMAR, V. et al. **Dietary roles of phytate and phytase in human nutrition: A review**. Food Chemistry, v. 120, n. 4, p. 945–959, jun. 2010.

KUMAR, V. et al. **Phytate and phytase in fish nutrition**. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, v. 96, n. 3, p. 335–364, jun. 2012.

LEITE, P. R. DE S. DA C. et al. **Limitações da utilização da soja integral e farelo de soja na nutrição de frangos de corte**. Enciclopédia Biosfera, v. 8, n. 15, p. 1138–1157, 2012.

MORALES, G. A. et al. **Solubilisation of protein fractions induced by Escherichia coli phytase and its effects on in vitro fish digestion of plant proteins**. Animal Feed Science and Technology, v. 181, n. 1–4, p. 54–64, abr. 2013.

MORALES, G. A.; MOYANO, F. J.; MARQUEZ, L. **In vitro assessment of the effects of phytate and phytase on nitrogen and phosphorus bioaccessibility within fish digestive tract**. Animal Feed Science and Technology, v. 170, n. 3, p. 209–221, 2011.

NOLAN, K. B.; DUFFIN, P. A.; MCWEENY, D. J. **Effects of phytate on mineral bioavailability.in vitro studies on Mg²⁺, Ca²⁺, Fe³⁺, Cu²⁺ and Zn²⁺ (also Cd²⁺) solubilities in the presence of phytate**. Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 40, n. 1, p. 79–85, 1987.

PANDEY, A. et al. **Production, purification and properties of microbial phytases**. Bioresource technology, v. 77, n. 3, p. 203–14, maio 2001.

PAULA, S. A. D. E. **Composição bioquímica e fatores**. Viçosa, Brasil: Universidade Federal de Viçosa, 2007.

PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; FURUYA, W. M. **Valor nutritivo dos alimentos utilizados na formulação de rações para peixes tropicais**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, n. spe, p. 43–51, jul. 2009.

PINTO, L. G. Q. et al. **Ação do tanino na digestibilidade de dietas pela tilápia- do - nylo (Oreochromis niloticus)**. Acta Scientiarum, v. 22, n. 3, p. 677–681, 2000.

QUIRRENBACH, H. R. et al. **Comportamento do ácido fítico na presença de Fe(II) e Fe(III)**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 29, n. 1, p. 24–32, mar. 2009.

ROSTAMI, H.; GIRI, A. **An overview on microbial phytase and its biotechnological applications**. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research*, v. 4, n. 1, p. 62–71, 2013.

RUTHERFURD, S. M. et al. **Effect of a novel phytase on growth performance, apparent metabolizable energy, and the availability of minerals and amino acids in a low-phosphorus corn-soybean meal diet for broilers**. *Poultry science*, v. 91, n. 5, p. 1118–27, maio 2012.

VEIVERBERG, C. A. et al. **Farelo de soja como substituto à farinha de carne e ossos em dietas para juvenis de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*)**. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 34, n. 3, p. 463–472, 2008.

YASMIN, A. et al. **Effect of Processing on Anti-nutritional Factors of Red Kidney Bean (*Phaseolus vulgaris*) Grains**. *Food and Bioprocess Technology*, v. 1, n. 4, p. 415–419, 1 dez. 2008.

Data de aceite: 11/09/2020

Data de submissão: 07/07/2020

Gabriel Vinicius Bet Flores

Médico Veterinário Autônomo
Palmeira – PR.

<http://lattes.cnpq.br/6072037935349835>

Carla Fredrichsen Moya

Universidade Estadual do Centro-Oeste,
UNICENTRO, *Campus* de CEDETEG,
Guarapuava – PR.

<http://lattes.cnpq.br/8017623096370725>

RESUMO: A espécie equina vem acompanhando o homem desde os tempos antigos, desempenhando várias funções junto à sociedade. O conhecimento básico das disciplinas como anatomia e fisiologia é essencial para que o veterinário que atua nessa área tenha sucesso. O sistema reprodutivo da égua é composto pela vulva, vestibulo, vagina, cérvix, corpo e cornos uterinos, ovidutos e ovários, cada qual com suas respectivas particularidades. Em relação à fisiologia, as éguas atingem a puberdade aproximadamente aos quinze meses de idade. A partir desse momento, elas já podem entrar em reprodução. A fêmea equina é classificada como poliéstrica estacional de dias longos, no qual a atividade reprodutiva é expressa nas estações de primavera e verão, período em que a incidência luminosa é maior. A partir disso, é possível adotar diversas biotécnicas, com o objetivo de aumentar a eficiência reprodutiva dos animais, tornando possível a obtenção de um potro por ano por

égua.

PALAVRAS-CHAVE: Órgãos reprodutivos, puberdade, ciclo estral, equino.

BASIC REPRODUCTIVE PHYSIOLOGY OF THE EQUINE FEMALES

ABSTRACT: The equine species accompanies the humanity since old times, developing a lot of functions near the society. The basic knowledge of anatomy and physiology is essential to the veterinarian who act in this area successfully. The mare reproductive tract is compound by vulva, vestibule, vagina, cervix, uterine body and horns, oviduct and ovary, each one with their respective particularity. Regard the physiology, mares aim puberty about fifteen months. From that moment, they can enjoy reproduction management. The estrous cycle é classified in long days seasonal polyestric, where the reproductive activity is shown on spring and summer, when the hours of light is bigger. From that, is possible to adopt some reproductive biotechniques, whose objective is increase reproductive efficiency, making possible to obtain a foal by year by mare.

KEYWORDS: Reproductive organs, puberty, estrous cycle, equine.

1 | INTRODUÇÃO

A espécie equina existe há cerca de 55 milhões de anos, acompanhando o homem nas mais diversas atividades. No Brasil, o primeiro animal chegou no ano de 1549, tendo grande importância no desenvolvimento do país. Num

aspecto econômico, o cavalo desempenhou diversas atividades, dentre elas animal de sela para lidas pecuárias; animal de carga, principalmente em comboios e comitivas; e animal de tração, tanto no trabalho a campo, como também servindo de motor para moinhos. Já num aspecto social, o cavalo teve um papel importante no exibicionismo e na diferenciação social. Anos mais tarde, houve a introdução dos esportes equestres, como corrida e salto, e também como modo de lazer (CONFEDERAÇÃO DE AGRICULTURA E PECUÁRIA NO BRASIL, 2004; NUNES, 2019).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2016), o Brasil possuía um rebanho efetivo de cerca de 5,5 milhões de equinos, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, China e México. Ainda, no ano de 2018, a equinocultura girou mais de R\$16,5 bilhões de reais, gerando aproximadamente 3,2 milhões de empregos diretos (CILO, 2019).

As fêmeas equinas são classificadas como poliéstricas estacionais de dias longos. Isso quer dizer que elas apresentam atividade reprodutiva constante durante o período ou estação do ano, com mais horas de incidência luminosa (NOAKES; PARKINSON; ENGLAND, 2001), limitando seu uso na reprodução durante um ano. Isso traz a necessidade de melhorar a eficiência reprodutiva desses animais (FARIA e GRADELA, 2010). Um bom manejo reprodutivo em equinos é garantido quando se obtém um potro saudável por égua, no período de um ano. Isso é possível quando se utiliza garanhões e éguas com fertilidade elevada, recebendo manejo nutricional e sanitário adequado (BENDER et al., 2014).

Sabendo disso, é imprescindível o conhecimento básico sobre anatomia e fisiologia reprodutiva, de forma a conhecer suas peculiaridades, trazendo maior acurácia nos manejos. Frente a isso, o objetivo desse trabalho foi revisar a anatomia e fisiologia básica do sistema reprodutivo das fêmeas equinas.

2 | DESENVOLVIMENTO

2.1 Anatomia do sistema reprodutivo da égua

O sistema reprodutivo das éguas (Figura 1) é composto pela vulva (porção externa da genitália), vestibulo, vagina, cérvix, útero, ovidutos e ovários, os quais localizam-se na cavidade pélvica. É importante saber que a pelve da égua possui entrada mais ampla e saída menos estreita, tornando a cavidade maior, facilitando o processo do parto quando se compara com as fêmeas bovinas. Vale lembrar também que a anatomia reprodutiva varia de acordo com a idade e histórico reprodutivo da fêmea (DYCE; SACK; WENSING, 2010).

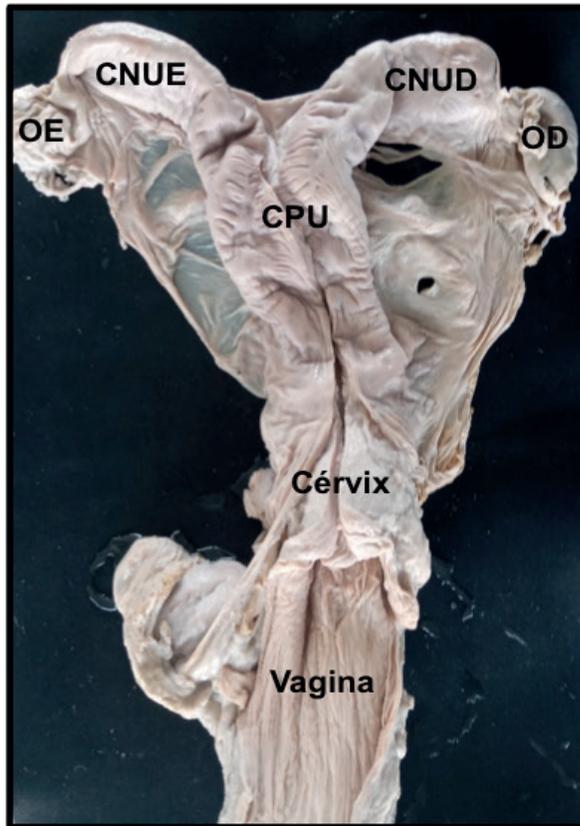


Figura 1. Fotografia de peça anatômica do genital interno da égua. CNUE= corno uterino esquerdo; CNUD= corno uterino direito; CPU= corpo uterino; OD= ovário direito; OE= ovário esquerdo.

Fonte: Arquivo pessoal.

A vulva (Figura 2) é constituída por dois lábios que se fecham verticalmente, unidos por uma comissura dorsal pontiaguda e uma comissura ventral arredondada, dando um aspecto semelhante a uma gota. Na comissura dorsal encontra-se o clitóris, órgão de mesma origem embrionário que a glânde do pênis do macho (KONIG; PLENDL; LIEBICH, 2016). O clitóris é composto por tecido erétil e epitélio escamoso estratificado, sendo bastante desenvolvido na espécie equina (HAFEZ e HAFEZ, 2004), principalmente durante o estro, quando ele é exposto pela movimentação dos lábios vulvares (KONIG; PLENDL; LIEBICH, 2016).

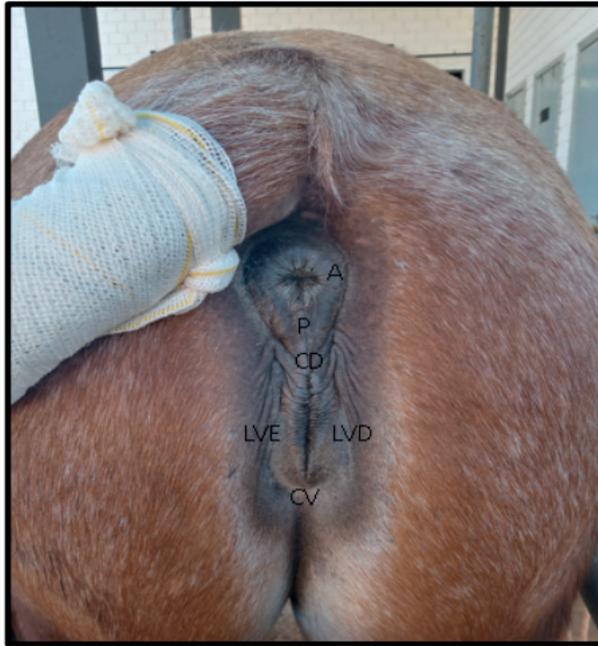


Figura 2. Fotografia da região perineal de égua. CV= comissura ventral; CD= comissura dorsal; LVE= lábio vulvar esquerdo; LVD= lábio vulvar direito; P= perineo; A= ânus.

Fonte: Arquivo pessoal.

O vestíbulo é a porção do trato reprodutivo das fêmeas que combina atividade reprodutiva e urinária. Ele estende-se da vulva externa até o óstio uretral externo (KONIG; PLENDL; LIEBICH, 2016). Frequentemente, uma saliência pode estar presente, sendo essa um vestígio do hímen. Ainda, estão presentes os ductos de Gartner e glândulas de Bartholin, que secretam um líquido viscoso, principalmente durante o cio (HAFEZ e HAFEZ, 2004).

Localizada ventral ao reto, dorsal à vesícula urinária e cranial ao vestíbulo, a vagina é um órgão exclusivamente reprodutivo, com paredes finas colabadas, mas que tem capacidade de distensão em comprimento e em largura. A mucosa vaginal tem coloração rosa claro e apresenta pregas longitudinais (DYCE; SACK; WENSING, 2010). A parede vaginal consiste em um epitélio, uma bicamada muscular (camada circular interna e longitudinal externa) pouco desenvolvida e uma camada serosa. As células superficiais da vagina refletem as diferentes concentrações de estrógenos, progesterona e gonadotrofinas. Porém, esfregaços vaginais não são boas ferramentas para identificação das fases do ciclo estral ou disfunções hormonais (HAFEZ e HAFEZ, 2004).

A cérvix é uma estrutura cranial à vagina, que possui função semelhante a um esfíncter. É composto principalmente por tecido conjuntivo, com pouca musculatura lisa,

dando a característica de tubo rígido, com paredes espessas. A porção caudal da cérvix projeta-se para o lúmen vaginal, onde cria um espaço de profundidade uniforme, conhecido como fórnix. A cérvix permanece a maior parte do tempo fechada de forma compacta, exceto durante o estro, quando há estímulo hormonal para seu relaxamento, o que permite a expulsão do muco cervical e a entrada dos espermatozoides para dentro do útero (HAFEZ e HAFEZ, 2004; DYCE; SACK; WENSING, 2010).

O útero equino possui um corpo amplo (cerca de 20 cm) e dois cornos divergentes, com cerca de 25 cm de comprimento cada (KONIG; PLENDL; LIEBICH, 2016). O corpo uterino tem sua localização dividida, sendo uma parte na cavidade pélvica e a outra na cavidade abdominal. Já os cornos localizam-se completamente na cavidade abdominal, sendo suspensos pelos ligamentos largos, em direção ao teto do abdômen, sobre os intestinos (DYCE; SACK; WENSING, 2010).

A parede uterina é composta por uma camada mucosa (endométrio), a qual possui sua espessura dependente da fase do ciclo estral. O endométrio é repleto de glândulas, estruturas tubulares, que se modificam à medida que há produção de progesterona pelo corpo lúteo. A regressão das glândulas endometriais acompanha a regressão do corpo lúteo também. Sob o endométrio, há uma dupla camada muscular (miométrio), sendo a externa no sentido longitudinal e a interna circular, separadas por tecido conectivo ricamente vascularizado. Externamente, há uma camada serosa, denominada perimétrio, que é contínua ao ligamento largo (KONIG; PLENDL; LIEBICH, 2016). O endométrio e suas secreções possuem funções importantes nos processos reprodutivos, tais como o transporte de espermatozoides até os ovidutos, regulação da função luteínica, além de ser o ambiente gestacional (HAFEZ e HAFEZ, 2004).

As tubas uterinas ou ovidutos (Figura 3) da égua medem cerca de 20 cm quando estendidas, porém, anatomicamente, elas permanecem de forma tortuosa, sendo dividida em três porções: istmo, ampola e infundíbulo. O istmo comunica-se com o corno uterino através de uma pequena papila, que demarca a junção útero-tubárica. Curiosamente, essa papila é capaz de diferenciar um oócito fertilizado de um não fertilizado, permitindo a entrada para o útero apenas de oócitos fertilizados (DYCE; SACK; WENSING, 2010). Logo após o istmo, encontra-se a ampola, caracterizada por ser o local onde ocorre a fecundação. O oócito permanece na ampola por alguns dias até que se desloque para o istmo e, posteriormente, para o corno uterino. A porção mais próxima aos ovários é o infundíbulo, o qual assume um formato de funil com pequenas fimbrias irregulares, que se comunicam com o ovário e auxiliam na captação do oócito recém ovulado (KONIG; PLENDL; LIEBICH, 2016).

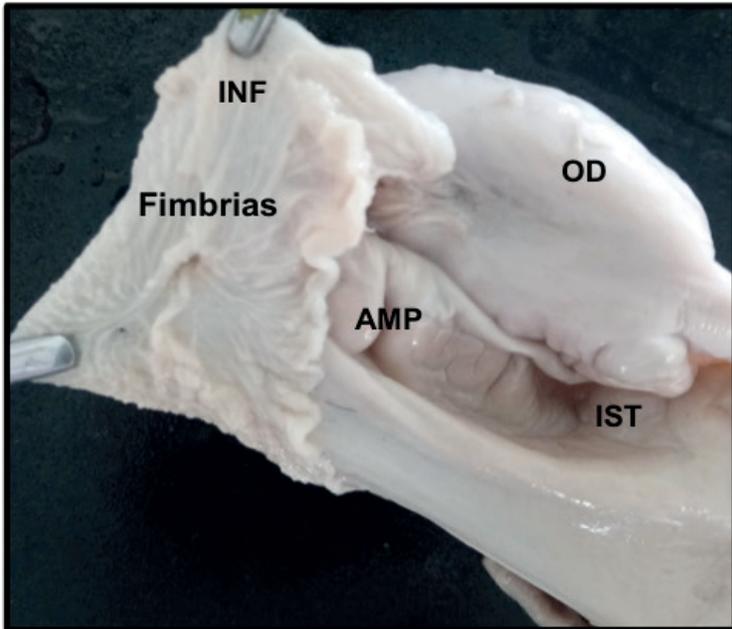


Figura 3. Fotografia de peça anatômica do oviduto e ovário de égua. AMP= ampola; INF= infundíbulo; IST= istmo; OD= ovário direito.

Fonte: Arquivo pessoal.

A mucosa das tubas uterinas é pregueada, com sulcos secundários e terciários que preenchem quase totalmente o lúmen (HAFEZ e HAFEZ, 2004). A mesossalpinge sustenta a tuba uterina, ramificando-se da superfície lateral do mesovário (ambos constituintes do ligamento largo do útero) e, junto com ele, formam uma bolsa ovárica. Nos equinos, devido ao tamanho do ovário, apenas a porção da fossa ovulatória é recoberta pela bolsa ovárica (KONIG; PLENDL; LIEBICH, 2016).

Os ovários (Figura 4) geralmente localizam-se na parte dorsal do abdômen, crânio-ventralmente à asa do ílio, próximo à quinta vertebra lombar, sendo suspenso pelo mesovário, e possuem formato de feijão. Em comparação às demais espécies, os ovários da égua são grandes, podendo medir de 8 a 10cm. A estrutura interna também é diferente das demais espécies, pois os folículos e corpos lúteos desenvolvem-se na região medular do ovário, voltados para a fossa ovulatória, extremidade livre onde ocorre a ruptura dos folículos maduros. Devido a isso, folículos grandes e corpos lúteos não formam grandes projeções na superfície ovariana, tornando sua identificação por palpação transretal mais difícil quando comparado com as fêmeas bovinas (DYCE; SACK; WENSING, 2010). Além de função exócrina (desenvolvimento de folículos), os ovários apresentam importante função endócrina, devido a produção de estrógeno e progesterona, pelos folículos e corpo lúteo, respectivamente (HAFEZ e HAFEZ, 2004).

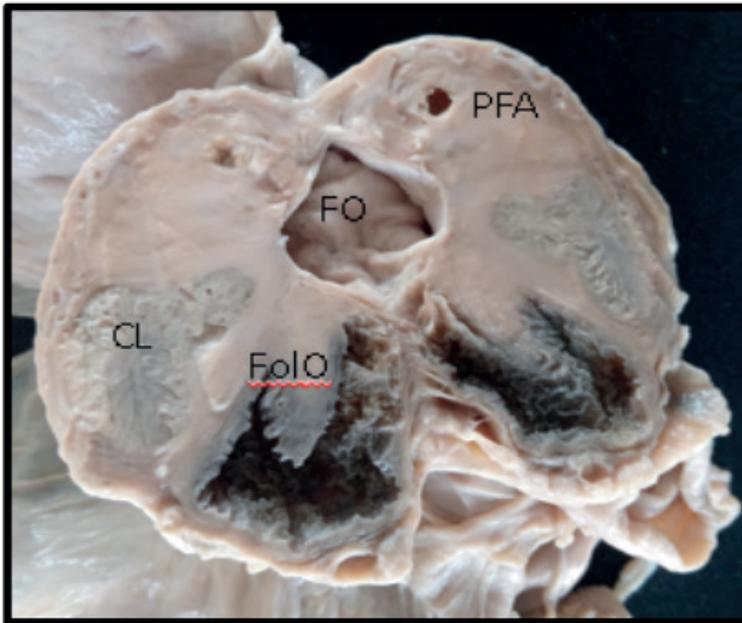


Figura 4. Fotografia de peça anatômica de ovário equino seccionado. CL= corpo lúteo; FO= fossa ovulatória; FoIO= folículo pré-ovulatório; PFA= pequeno folículo antral.

Fonte: Arquivo pessoal.

3 | FISILOGIA REPRODUTIVA DA ÉGUA

As fêmeas domésticas jovens não demonstram sinais de atividade sexual cíclica ou recorrente. O fenômeno conhecido como puberdade marca o início de diversas alterações que ocorrem até que a fêmea alcance a maturidade sexual. Na maioria das espécies, a puberdade é precedente ao desenvolvimento da maturidade física, o que torna sua eficiência comprometida devido a sua fertilidade não ter atingido seu máximo (NOAKES; PARKINSON; ENGLAND, 2001). Vale lembrar que o início precoce da puberdade não recebeu tantos estudos e pesquisas na espécie equina quanto em bovinos e suínos. A escolha pela égua que irá entrar em reprodução sempre esteve mais relacionada com o histórico esportivo (EITLS, 2011).

A teoria gonadostática é a mais aceita para explicar os eventos fisiológicos que antecedem a puberdade. Na fêmea adulta, os níveis basais de LH se elevam ao passo de que a secreção de hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) também se eleva. O hormônio luteinizante (LH) em altas concentrações estimula a maturação final do folículo dominante, o qual estará liberando altas concentrações de estrógeno (E2), fazendo retroalimentação positiva para a adeno-hipófise secretar mais GnRH, consequentemente o LH e, por fim, ocorre a ovulação e formação do corpo lúteo. Na fêmea pré-púbere, o E2

exerce retroalimentação negativa sobre o hipotálamo, suprimindo a liberação de GnRH e LH, havendo menor estímulo para o crescimento final do folículo, inibindo também o pico pré-ovulatório de LH. Além disso, antes da puberdade já há liberação pulsátil de LH, e apesar de ocorrer com mesma amplitude, a frequência de pulsos é menor (a cada 2 a 3h), ajudando a sustentar a teoria (NOAKES; PARKINSON; ENGLAND, 2001; GONZÁLEZ, 2002).

As fêmeas equinas atingem a puberdade aos 15 meses de idade, em média, variando de acordo com a raça, estação de nascimento, manejo e também local em que a égua permanece (EITLS, 2011), mas normalmente não se utiliza uma égua para reprodução até que ela atinja três anos de idade (NOAKES; PARKINSON; ENGLAND, 2001).

Naturalmente, as éguas são classificadas como poliéstricas estacionais de dias longos. Ou seja, elas mantêm ciclos reprodutivos regulares dentro de uma determinada estação, a qual corresponde ao período em que há aumento na incidência luminosa (primavera e verão). Isso ocorre em sintonia ao ciclo circadiano (ou ciclo do sono e vigília). Durante o outono e inverno, ocorre um anestro fisiológico (NOAKES; PARKINSON; ENGLAND, 2001; BRINSKO et al., 2011).

O ciclo circadiano é a maneira pela qual os organismos adaptam-se às horas claras e escuras do dia, sincronizando as funções fisiológicas. Quando escurece, a ausência de luminosidade modifica células presentes na retina, estimulando a glândula pineal a produzir a melatonina, hormônio proteico que sinaliza o início da noite, preparando o organismo para o repouso (PARAGINSKI, 2014). Na espécie equina, o aumento da exposição à melatonina, que ocorre principalmente no outono e inverno, possui efeito inibitório sobre a síntese de GnRH pelo hipotálamo, bloqueando o eixo reprodutivo (ROCHA et al., 2011).

O ciclo estral da égua possui duração entre 21 e 24 dias e, pelo fato de não haver proestro e metaestro bem definido, considera-se a existência apenas das fases de estro e diestro (BETTENCOURT et al., 2018). O estro é o período em que a égua fica receptiva ao garanhão, além de outros comportamentos estimulados pelo aumento nas concentrações de estrógeno produzido pelo folículo dominante, na ausência da progesterona. O estro tem duração média de 6,5 dias, e a ovulação ocorre de 24 a 48 horas antes do fim do estro, quando o folículo atinge de 30 a 50 mm. O aumento nas concentrações de progesterona, devido a presença de um corpo lúteo em desenvolvimento, é responsável por cessar o comportamento de cio (BRINSKO et al., 2011; MCCUE; SCOGGIN; LINDHOLM, 2011).

Outros sinais característicos do estro na égua são: edema e hiperemia de vulva, os lábios vulvares ficam frouxos, as mucosas vulvar e vaginal ficam úmidas e brilhantes, recobertas por uma fina camada de muco translúcido, a égua assume posição de micção, expelindo pequenas quantidades de urina, a cauda fica levantada, e o clitóris é exposto com frequência. Pela palpação transretal, é possível perceber a flacidez da parede uterina (NOAKES; PARKINSON; ENGLAND, 2001; HAFEZ e HAFEZ, 2004).

O diestro, que possui duração média de 15 dias, é marcado pela ausência de

receptividade sexual e dos demais sinais característicos de cio. Uma característica que define adequadamente o diestro é a presença de um corpo lúteo, o qual pode produzir de 8 a 16 ng/mL de progesterona a partir do 6º dia pós-ovulação. Entre o 13º e 16º dia após a ovulação, o endométrio secreta a prostaglandina $F_{2\alpha}$, a qual é absorvida pela drenagem venosa do útero, acessa a circulação sistêmica e atinge os ovários, resultando na luteólise e rápido decréscimo da progesterona circulante, desbloqueando a secreção pulsátil de LH, e permitindo um novo estro (BRINSKO et al., 2011; LOFSTEDT, 2011). Durante o diestro, a cérvix fica pequena e constricta firmemente, a mucosa vaginal e cervical fica com aspecto pálido, e o muco que antes recobria a mucosa fica escasso e pegajoso. Na palpação transretal, é possível detectar aumento da tonicidade uterina (NOAKES; PARKINSON; ENGLAND, 2001).

Há algumas características curiosas em relação ao ciclo estral da égua, que difere bastante em relação às demais espécies. A secreção pré-ovulatória de LH é prolongada, com aumento gradual nos níveis desse hormônio durante o estro, atingindo o pico após a ovulação (HAFEZ e HAFEZ, 2004). Em éguas que possuem duas ondas foliculares durante o ciclo estral, folículos dominantes selecionados durante a primeira onda folicular (tardio no estro ou precoce no diestro), eventualmente podem ovular. Apesar de ser pouco frequente, a ovulação no diestro prolonga o período de diestro (BRINSKO et al., 2011).

Durante o período de anestro fisiológico, ambos os ovários reduzem seu tamanho, com medidas aproximadas de 6 cm do polo cranial ao polo caudal, 4 cm da borda livre ao hilo, e 3 cm latero-lateralmente (NOAKES; PARKINSON; ENGLAND, 2001).

3.1 Biotécnicas reprodutivas dos equinos

As biotécnicas reprodutivas têm como objetivo aumentar a eficiência reprodutiva dentro das espécies. Os equinos são avaliados principalmente de acordo com sua performance atlética, e as biotécnicas reprodutivas são utilizadas para contornar diferentes problemas reprodutivos, relacionado a infertilidade (PIMENTEL e CARNEIRO, 2008), ou problemas anatômicos.

3.1.1 Inseminação artificial (IA)

Foi na espécie equina em que se teve o primeiro relato da inseminação artificial. Porém, a técnica não acompanhou a evolução científica da mesma forma que ocorreu em outras espécies, como os bovinos. Um dos fatores associados ao baixo desenvolvimento científico é a não aceitação de produtos nascidos através da inseminação, por parte de diversas associações de criadores de algumas raças, por exemplo, o Puro Sangue Inglês. Dessa forma, órgãos de pesquisas demonstraram baixo interesse em investir em pesquisas e estudos nessa área (PIMENTEL e CARNEIRO, 2008).

Essa biotécnica é uma das principais ferramentas no melhoramento genético, quando consideramos o potencial genético do garanhão, o qual pode deixar um grande

número de descendentes, devido à possibilidade de criopreservação e transporte do seu sêmen (CANISSO et al., 2008). Dentre outras vantagens tem-se a economia por não necessitar ter um garanhão na propriedade e o melhor controle sanitário (PIMENTEL e CARNEIRO, 2008).

Existem diversos métodos de realizar a inseminação artificial em éguas, relacionados com o modo de processamento de sêmen. Diversos fatores influenciam na escolha do método, como por exemplo, a localização da propriedade, o momento da inseminação, características espermáticas, modo de criopreservação, dentre outros (CANISSO et al., 2008).

Dentre os fatores que interferem na fertilidade do procedimento, consideram-se os fatores relacionados ao garanhão, à égua e ao manejo. De maneira resumida, os fatores relacionados ao garanhão giram em torno das características seminais e da tolerância à criopreservação. Em relação às éguas, sabe-se que existe diferença na fertilidade em diferentes idades e categorias da fêmea. E por fim, os fatores relacionados ao manejo dizem respeito à escolha da dose inseminante e ao intervalo entre a IA e a ovulação (IAOV) (PIMENTEL e CARNEIRO, 2008).

O IAOV é um parâmetro que auxilia na escolha do melhor momento para realizar a inseminação. Para isso, o acompanhamento ultrassonográfico via transretal é de vital importância. A fêmea deve ser monitorada a partir de dois a três dias após início do cio, iniciando com avaliações a cada dois dias, a fim de determinar a presença do folículo dominante, bem com avaliar as características uterinas e de cérvix. Para melhorar as taxas de fertilidade, ao atingir o tamanho pré-ovulatório (35 mm), é possível utilizar um indutor de ovulação, como gonadotrofina coriônica humana (hCG) ou GnRH, os quais tendem a induzir a ovulação de 36 a 42h após a administração. Com isso, é possível otimizar o uso do sêmen e do ócito (DAIGNEAULT, 2012).

3.1.2 Transferência de embriões (TE)

Essa biotécnica consiste em fazer uma égua doadora gerar um produto, que será transferido para uma égua receptora, que possui a função de levar essa gestação a termo. Diferentemente do que ocorre com a inseminação artificial, a maioria das associações de raças aceita o registro de potros oriundos dessa biotécnica, com apenas algumas restrições (PIMENTEL e CARNEIRO, 2008).

Dentre as vantagens, podemos citar a utilização de éguas problemáticas e/ou idosas; aumentar o número de descendentes de éguas geneticamente superiores; possibilidade de obter produtos de éguas em idade atlética, sem a necessidade de parar a atividade por conta da gestação e lactação; e obter filhos de éguas jovens, sem afetar seu desenvolvimento (PIMENTEL e CARNEIRO, 2008). Já como limitações, tem-se a falha no protocolo de superovulação da doadora; grande número de doadoras com idade avançada ou problemas

reprodutivos; e manipulação inadequada do sêmen a ser utilizado (ALVARENGA e TONGU, 2017).

Alguns fatores devem ser considerados no momento da escolha da égua doadora. Deve ser considerado o histórico reprodutivo dessa fêmea, como fertilidade, descendentes, diretrizes do registro de raças e valor genético. Além disso, é necessário realizar um manejo constante, a fim de avaliar o comportamento reprodutivo e atividade ovariana. Quando em cio, a égua deve ser monitorada frequentemente, com o intuito de monitorar o crescimento folicular, indicando o melhor momento para realizar a IA, de acordo com as características do sêmen escolhido. A seleção das receptoras talvez seja um dos manejos mais importantes, pois influencia diretamente no sucesso da técnica. Dentre os critérios para a seleção da receptora, incluem-se o peso vivo, sendo ideal de 400 a 550 kg; idade entre três e dez anos; grau de desenvolvimento da glândula mamária; ciclo estral normal; e ausência de problemas reprodutivos que possam afetar o desenvolvimento do embrião e gestação (LIRA; PEIXOTO; SILVA, 2009).

A recuperação do embrião é realizada após sete a nove dias da inseminação, a partir de três a quatro lavados uterinos, por via transcervical, nos quais o líquido recuperado passa por um filtro, em que o embrião fica retido. Antes de realizar esse procedimento, deve-se avaliar o trato reprodutivo da fêmea, a fim de detectar a presença de um corpo lúteo (indicativo de que ocorreu a ovulação), bem como avaliar o útero (BRINSKO et al., 2011).

Após a recuperação do embrião, ele deve ser classificado de acordo com seu grau de desenvolvimento e qualidade, e então transferido para uma placa de lavagem, na qual serão removidas sujidades e eventuais micro-organismos. Ao fim desse procedimento, o embrião pode ser inovulado imediatamente ou criopreservado (BRINSKO et al., 2011).

A transferência do embrião pode ser realizada por meio de laparoscopia ou por via transvaginal, sendo esse último um método menos invasivo, mais rápido e eficiente. O embrião, já envasado em uma palheta de 0,25 mL, é depositado no corpo do útero (LIRA; PEIXOTO; SILVA, 2009).

3.1.3 Indução de ciclicidade utilizando luz artificial

Já é conhecida a característica sazonal do ciclo estral das fêmeas equinas. De forma resumida, as éguas entram em atividade reprodutiva quando os dias apresentam mais do que 16 horas de luminosidade, ou seja, elas ciclam durante a primavera e verão. A partir disso, diversos estudos foram conduzidos a fim de demonstrar os benefícios de utilizar a iluminação artificial como método indutor de ciclicidade em éguas (OLIVEIRA, 2018). O principal objetivo desse procedimento é antecipar o reinício da ciclicidade, fazendo as éguas manifestarem um maior número de cios, aumento do período reprodutivo e reduzindo o período de transição e anestro (TOMAZELLA, 2013).

Existem três fatores principais que afetam o sucesso da técnica. O primeiro é o momento de início de tratamento, que deve ser iniciado a partir do solstício de inverno (20 de junho no hemisfério sul), onde as éguas deveriam receber 16 horas de luz por dia. Após duas semanas de tratamento, uma maior atividade ovariana é detectada, e a ovulação pode ocorrer entre seis e doze semanas. A intensidade luminosa também deve ser considerada, sendo recomendada uma lâmpada incandescente de 100 lux para cada 3,5 m² de área. E por fim, a égua deve estar em boas condições corporais para aumentar o sucesso da técnica (OLIVEIRA, 2018).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

É fato que as fêmeas equinas possuem diversas peculiaridades quando se trata de reprodução, quando se compara com outras espécies de fazenda. Isso faz com que o médico veterinário que trabalha com reprodução de éguas necessite do conhecimento pleno, garantindo um bom manejo reprodutivo, sem deixar de lado o bem-estar do animal.

A anatomia e fisiologia são disciplinas básicas para qualquer profissional que deseje se destacar, e na área da reprodução não é diferente. O conhecimento das particularidades anatômicas e fisiológicas garante o reconhecimento do médico veterinário, muitas vezes sendo o diferencial que os produtores procuram.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, M.A.; TONGU, E.A.O. **Estratégias para melhorar a eficiência reprodutiva em programas de transferência de embrião de equinos**. Revista Brasileira de Reprodução Animal, v.4, n.1, p.19-24, 2017.
- BENDER, E.S.C.; SAMPAIO, B.F.B.; NOGUEIRA, B.G.; COSTA-e-SILVA, E.V.; ZUCCARI, C.E.S.N. **Condição corporal e atividade reprodutiva de éguas**. Archivo Zootecnia, v.63, p.55-67, 2014.
- BETTENCOURT, E.M.V.; ANTUNES, L.; GONÇALVES, A.R.; BRANCO, S.; ROCHA, A. **Reprodução em Equinos: Manual Prático**. Évora: Universidade de Évora, 2018, 96 p.
- BRINSKO, S.P.; VARNER, D.D.; LOVE, C.C.; HARTMAN, D.L.; BLANCHARD, T.L.; SCHUMACHER, J.; HINRICHS, K. **Reproductive physiology of the non pregnant mare**. In: BRINSKO, S.P.; VARNER, D.D.; LOVE, C.C.; HARTMAN, D.L.; BLANCHARD, T.L.; SCHUMACHER, J.; HINRICHS, K. Manual of Equine Reproduction. 3ed. Missouri: Mosby Elsevier, 2011, p. 10-18.
- CANISSO, I.G.; SOUZA, F.A.; SILVA, E.C.; CARVALHO, G.R.; GUIMARAES, J.D.; LIMA, A.L. **Inseminação artificial em equinos: sêmen fresco, diluído, resfriado e transportado**. Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais, v.6, n.3, p. 389-398, 2008.
- CILO, N. **Equinocultura movimentou R\$ 16,5 bi em 2018**. 2019. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2019/03/22/internas_economia,1040030/equinocultura-movimentou-r-16-5-bi-em-2018.shtml. Acesso em: 05 Jul 2020.

CONFEDERAÇÃO DE AGRICULTURA E PECUÁRIA NO BRASIL. **Estudo do Complexo do Agronegócio Cavalo**. Coletânea de Estudos Gleba, n. 39, 68 p., 2004.

DAIGNEAULT, B. W. **Artificial Insemination**. Technical Report University of Illinois Extension, 2012.

DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. **Tratado de Anatomia Veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro: Saunders Elsevier, 2010, 1714 p.

EILTS, B.E. **Puberty**. In: MCKINNON, A.O.; SQUIRES, E.L.; VAALA, W.E.; VARNER, D.D. Equine Reproduction. 2ed. Reino Unido: Wiley-Blackwell, 2011, p. 1689-1695.

FARIA, D.R.; GRADELA, A. **Hormônioterapia Aplicada à Ginecologia Equina**. Revista Brasileira de Reprodução Animal, v.34, n. 2, p. 114-122, 2010.

GONZÁLEZ, F.H.D. **Endocrinologia Reprodutiva da Fêmea**. In: GONZÁLEZ, F.H.D. Introdução a Endocrinologia Reprodutiva Veterinária. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002, p.39-52.

HAFEZ, B.; HAFEZ, E.S.E. **Anatomia da Reprodução Feminina**. In: HAFEZ, B.; HAFEZ, E. S. E. Reprodução Animal. 7ed. Barueri: Manole, 2004, p. 3-12.

HAFEZ, B.; HAFEZ, E.S.E. **Equinos**. In: HAFEZ, B.; HAFEZ, E. S. E. Reprodução Animal. 7ed. Barueri: Manole, 2004, p. 193-218.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Efetivo dos Rebanhos por Tipo de Rebanho**. 2016. Disponível em: <https://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=PPM01>. Acesso em: 05 Jul 2020.

KONIG, H.E.; PLENDL, J.; LIEBICH, H.G. Órgãos Genitais Femininos. In: KONIG, H. E.; LIEBICH, H. G. **Anatomia dos Animais Domésticos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016, p. 429-450.

LIRA, R.A.; PEIXOTO, G.C.X.; SILVA, A.R. **Transferência de Eembriões em equinos: revisão**. Acta Veterinária Brasilica, v. 3, n. 4, p. 132-140, 2009.

LOFSTEDT, R.M. **Diestrus**. In: MCKINNON, A.O.; SQUIRES, E.L.; VAALA, W.E.; VARNER, D.D. Equine Reproduction. 2ed. Reino Unido: Wiley-Blackwell, 2011, p. 1728-1731.

MCCUE, P. M.; SCOGGIN, C. F.; LINDHOLM, A. R. G. **Estrus**. In: MCKINNON, A. O.; SQUIRES, E. L.; VAALA, W. E.; VARNER, D. D. Equine Reproduction. 2. ed. Reino Unido: Wiley-Blackwell, 2011, p. 1689-1695.

NOAKES, D. E.; PARKINSON, T. J.; ENGLAND, G. C. W. **Arthur's Veterinary Reproduction and Obstetrics**. 8ed. Reino Unido: Saunders Elsevier, 2001, 868p.

NUNES, B. **O Cavalos e a Humanidade: Como os Equinos Ajudaram na Construção da História**. 2019. Disponível em: <https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/reportagem/como-os-cavalos-ajudaram-na-construcao-da-historia.phtml>. Acesso em: 05 Jul 2020.

OLIVEIRA, G. C. **Eficiência de luz artificial e suplementação hormonal na manutenção da gestação de éguas no período da transição de primavera**. 2018. 79 p. Dissertação (Mestrado em Sanidade e Produção Animal no Trópicos) – Universidade de Uberaba, Uberaba, 2018.

PARAGINSKI, A. L. **Compasso que Varia de Pessoa para Pessoa**. Revista UCS, v.15, n.2, 2014.

PIMENTEL, C.A.; CARNEIRO, G.F. **Biotécnicas aplicadas a reprodução de equinos**. In: GONÇALVES, B.P.D.; FIGUEIREDO, J.R.; FREITAS, V.J.F. **Biotécnicas Aplicadas a Reprodução Animal**. 2ed. São Paulo: Roca, 2008, p.145-159.

ROCHA, R.M.P.; MATOS, M.H.T.; LIMA, L.F.; SARAIVA, M.V.A.; ALVES, A.M. C. V.; RODRIGUES, A. P. R.; FIGUEIREDO, J. R. **Melatonina e Reprodução Animal: Implicações na Fisiologia Ovariana**. Acta Veterinária Brasilica, v.5, n.2, p. 147-157, 2011.

TOMAZELLA, D. **Eficácia no tratamento para indução de ciclicidade em éguas fora do período reprodutivo**. 2013. 19 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, Araçatuba, 2013.

META-ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES CONDIÇÕES DE FERMENTAÇÃO DA CERVEJA LAGER NA PRODUÇÃO DE ETANOL E COMPOSTOS VOLÁTEIS

Data de aceite: 11/09/2020

Data de submissão: 03/08/2020

Marcia Alves Chaves

UDC Medianeira, Faculdade Educacional de
Medianeira
Medianeira - PR.
<http://lattes.cnpq.br/5423699661739811>

Sergio Ivan Quarin

UDC Medianeira, Faculdade Educacional de
Medianeira
Medianeira - PR.
<http://lattes.cnpq.br/5673350158691694>

João Alexandre Lopes Dranski

UDC Medianeira, Faculdade Educacional de
Medianeira
Medianeira - PR.
<http://lattes.cnpq.br/4371692957708981>

RESUMO: A fermentação do mosto a alta densidade tem sido apresentada como uma ferramenta que permite o aumento no volume de etanol produzido. Entretanto, torna-se essencial analisar o impacto desta fermentação em outras substâncias responsáveis pelo *off flavor* da cerveja. Desta maneira, o presente trabalho propôs um levantamento sistemático na literatura científica utilizando-se os recursos da meta-análise, onde foram avaliadas a tendência das pesquisas sobre a produção de etanol e alguns principais componentes voláteis (álcoois superiores, ésteres totais e diacetil) em cerveja Lager. Após definir a hipótese, foram delimitados os parâmetros pesquisados,

os quais deveriam ter como referência um tratamento controle com condições padronizadas de temperatura de fermentação (12-15°C), densidade inicial (12-15°P) e maltose como fonte de carboidratos majoritários. Dos dezessete trabalhos selecionados, apenas três atenderam as condições para a meta-análise. Os resultados demonstraram uma tendência em favor dos demais tratamentos para a produção de etanol e álcoois superiores, enquanto para ésteres totais e diacetil houve o favorecimento para o tratamento controle. Foi possível observar que a alta densidade do mosto propicia aumento na produção de etanol, principalmente na presença de maltose e sacarose, porém, a redução de álcoois superiores e diacetil. Para a temperatura de fermentação, notou-se que a elevação desta condição também direciona a maiores taxas de álcoois produzidos. A concentração de inóculo, por sua vez, não alterou a produção de etanol, contudo o aumento na quantidade inicial das células acrescentou maiores quantidades em álcoois superiores e diacetil enquanto diminuiu significativamente a ésteres totais. Concluiu-se que a meta-análise é uma importante ferramenta para indicar a tendência dos processos fermentativos, a qual pode ser utilizada na análise de outras condições que julgarem ser importantes para compreender as características da cerveja.

PALAVRAS-CHAVE: Mosto de alta densidade, *Off flavor*, álcoois superiores, ésteres totais, diacetil.

META-ANALYSIS OF THE INFLUENCE ON DIFFERENT FERMENTATION CONDITIONS OF LAGER BEER ON THE PRODUCTION OF ETHANOL AND VOLATILE COMPOUNDS

ABSTRACT: High density wort fermentation has been presented as a tool that allows an increase in the volume of ethanol produced. However, it is essential to analyze the impact of this fermentation on other substances responsible for beers off flavors. In this way, the present work proposed a systematic survey in the scientific literature using the resources of the meta-analysis, where the tendency of research on the production of ethanol and some main volatile components (higher alcohols, total esters and diacetyl) was evaluated in Lager beer. After defining the hypothesis, the researched parameters were delimited, which should have as a reference a control treatment with standardized conditions of fermentation temperature (12-15°C), initial density (12-15°P) and maltose as a major source of carbohydrates. Of seventeen selected works, only three met the conditions for the meta-analysis. The results showed a trend in favor of the other treatments for the production of ethanol and higher alcohols, while for total esters and diacetyl it was in favor for the control treatment. It was possible to observe that the high density of the wort provides an increase in ethanol production, mainly in the presence of maltose and sucrose, however, reduction of higher alcohols and diacetyl. For the fermentation temperature, it was observed that the elevation of this condition also leads to higher rates of alcohol produced. The yeast pitching rate, in turn, did not alter the production of ethanol, however the increase in the initial amount of cells rise up higher alcohols and diacetyl levels while significantly decrease the total esters. It was concluded that the meta-analysis is an important tool to indicate the tendency of the fermentative processes, which can be used in the analysis of other conditions that may be consider to be important to understand the characteristics of the beer.

KEYWORDS: High gravity wort, Off flavor, higher alcohols, total esters, diacetyl.

1 | INTRODUÇÃO

A cerveja é uma bebida mundialmente consumida, apresentando-se como uma das preparações alcoólicas de maior produção no Brasil. Sua elaboração é decorrente de vários processos, dos quais, distintos setores da economia estão envolvidos com destaque para o agronegócio, responsável pelo fornecimento das matérias-primas fermentescíveis do mosto cervejeiro.

O processo fermentativo mediado pelas leveduras é uma das etapas de maior importância, pois, as transformações bioquímicas pelas quais os carboidratos são submetidos permitem o desenvolvimento dos subprodutos etanol e gás carbônico bem como dos inúmeros compostos que contribuem para os atributos sensoriais da cerveja. As leveduras possuem extensa aplicação na indústria de bebidas alcoólicas e entre as variedades utilizadas, predominam a *Sacharomyces cerevisiae* (cerveja Ale) *Sacharomyces pastorianus* (cerveja Lager) (BORODINA e NIELSEN, 2014; KROGERUS et al., 2017).

Assim, as grandes empresas têm desenvolvido sua própria cepa de levedura, especialmente para cervejas Lager, devido sua maior representatividade industrial,

visando aumentar a capacidade produtiva e qualidade da bebida, sem demandar altos investimentos. Com este propósito, uma das tecnologias empregadas recentemente é a fermentação em alta densidade (≥ 18 Plato), que permite o aproveitamento mais eficiente da energia do processo fermentativo, através do aumento no volume de álcool produzido. Uma vez que a graduação alcoólica é elevada, permite-se, posteriormente, uma diluição do mosto até atingir um conteúdo de 5% de etanol (BLEOANCA e BAHRIM, 2013).

Desta maneira, distintas estratégias são ofertadas para aumentar a eficiência deste processo fermentativo, podendo ser citadas o aumento na concentração do inóculo, elevação da temperatura de fermentação, oxigenação do mosto, fornecimento de diferentes nutrientes e melhoramento genético das leveduras. Entretanto, a utilização desta técnica necessita cautela, pois, as condições pós-fermentação, ocasionam alterações no metabolismo e estresse osmótico nas leveduras afetando sua viabilidade, além de alterar a produção de compostos voláteis da cerveja, em especial de álcoois superiores, ésteres e diacetil, os quais, quando presentes em elevadas concentrações, podem se tornar indesejáveis (*off flavors*) no produto final.

A fim de conhecer as melhores condições do processo de fermentação a alta densidade, podem ser utilizadas ferramentas estatísticas com o intuito de direcionar os resultados de pesquisas encontrados na literatura, permitindo identificar padrões e discordâncias entre esses resultados. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento sistemático na literatura científica utilizando-se os recursos da meta-análise a fim de avaliar a tendência das pesquisas sobre a produção de etanol e componentes voláteis (álcoois superiores, ésteres totais e diacetil) em cerveja *Lager*, sob condições distintas de fermentação a alta densidade inicial do mosto.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Para proceder com a meta-análise dos dados disponíveis na literatura, inicialmente, foi estruturada uma hipótese de pesquisa a fim de direcionar as informações a serem estudadas, sendo a mesma intitulada: “as distintas condições de temperatura, densidade inicial e presença de diferentes fontes de carboidratos determinantes na concentração de voláteis indesejáveis em cervejas Lager”.

Condições do Tratamento Controle da Cerveja Lager		
Temperatura de fermentação (°C)	Densidade original do mosto (°P)*	Fonte de carboidrato majoritário
10-15	12-15	Maltose

Tabela 1. Condições do tratamento controle da cerveja Lager nos trabalhos pesquisados.
*Densidade original (gravidade original), correspondente em graus Plato

Com a hipótese de pesquisa lançada, definiram-se os parâmetros iniciais de fermentação do mosto para o tratamento controle a serem pesquisados, sendo que os outros tratamentos comparativos deveriam apresentar condições diferentes do estipulado para o tratamento controle estipulados na Tabela 1. A concentração inicial do inóculo (UFC/mL) não foi determinado como um parâmetro de seleção, contudo, esses dados foram aproveitados dos trabalhos elencados como uma fonte adicional de informação para a discussão dos resultados.

Posteriormente, foram estipuladas as variáveis (respostas) a serem investigadas no repositório científico consultado. Determinou-se que os trabalhos utilizados para a meta-análise deveriam compreender resultados sobre: concentração de álcoois superiores (ppm) e/ou concentração de ésteres totais (ppm) e/ou concentração de diacetil (ppm). Tais voláteis foram alvos da pesquisa, pois, apresentam maiores taxas de susceptibilidade pós-fermentação sendo indesejáveis aos atributos sensoriais da cerveja *Lager* quando em concentrações elevadas. Além disso, também foi considerada a quantidade de etanol (%), uma vez que a produção deste subproduto está associada as diferentes condições do processo cervejeiro, sendo de interesse compreender sua relação com os compostos voláteis formados nas vias metabólicas de fermentação.

Neste sentido, para a seleção dos trabalhos foram utilizadas as seguintes plataformas de busca: Periódico Capes, Scielo, Scholar Google Elsevier (Science direct), nas quais inseriram-se as palavras-chave: “*high original gravity brewing beer*”, “*high temperature Lager fermentation*”, “*high pitching rate Lager fermentation*”, “*higher alcohols beer*”, “*fusel alcohols beer*”, “*esters Lager beer*”, “*diacetyl Lager beer*”. Não foram aplicadas restrições referentes ao ano, idioma e tipo de publicação (artigo, dissertação e tese), porém, os termos de pesquisa foram descritos em inglês, pois, a maior demanda científica sobre a produção de cerveja está concentrada na Europa. Com relação ao período de publicação, os trabalhos consultados dataram de 1974 a 2016.

Dos 17 trabalhos encontrados (Tabela 2), foi realizado uma triagem das informações, a fim de verificar se os mesmos apresentavam condições de média, desvio padrão e número amostral. Além disso, foram observados se os mesmos apresentavam comparação dos resultados de uma amostra controle com os demais tratamentos testados em cada uma das pesquisas. Do total encontrado, 4 foram desconsiderados por não apresentarem dados tabelados (apenas gráficos os quais eram inconsistentes com relação aos requisitos estipulados). Outros 2 trabalhos não continham o tratamento controle com os padrões selecionados para a meta-análise e 8 foram excluídos por não possuírem desvio padrão para os dados publicados.

Autoria	Periódico	Título do trabalho
Anderson, Kirsop; 1974	Journal of the Institute of Brewing	The control of volatile ester synthesis during the fermentation of wort of high specific gravity
Blieck et al.; 2007	Applied and Environmental Microbiology	Isolation and characterization of brewer's yeast variants with improved fermentation performance under high-gravity conditions
Casey, Ingledew; 1983	Journal of the American Society of Brewing Chemists	High-gravity brewing: influence of pitching rate and wort gravity on early yeast viability
Casey, Magnus, Ingledew; 1984	Applied and Environmental Microbiology	High-gravity brewing: effects of nutrition on yeast composition, fermentative ability, and alcohol production
Dekoninck et al.; 2012	Journal of the American Society of Brewing Chemists	The importance of wort composition for yeast metabolism during accelerated brewery fermentations
Erten, Tanguler, Cakiroz; 2007	Journal of the Institute of Brewing	The effect of pitching rate on fermentation and flavour compounds in high gravity brewing
Guido et al.; 2004	Food Chemistry	The impact of the physiological condition of the pitching yeast on beer flavour stability: An industrial approach
Jones, Margaritis, Stewart; 2007	Journal of the Institute of Brewing	The combine defects of oxygen supply strategy, inoculum size and temperature profile on very-high-gravity beer fermentation by <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Kobayashi et al.; 2006	Applied Microbiology and Biotechnology	Simultaneous control of apparent extract and volatile compounds concentrations in low-malt beer fermentation
Landaud, Latrille, Corrieu; 2001	Journal of the Institute of Brewing	Top pressure and temperature control the fusel alcohol/ester ratio through yeast growth in beer fermentation
Lei et al.; 2016	Journal of Bioscience and Bioengineering	Fermentation performance of lager yeast in high gravity beer fermentations with different sugar supplementations
Piddocke et al.; 2009	Applied Microbiology and Biotechnology	Physiological characterization of brewer's yeast in high-gravity beer fermentations with glucose or maltose syrups as adjuncts
Saerens et al.; 2008	Applied Microbiology and Biotechnology	Monitoring the influence of high-gravity brewing and fermentation temperature on flavour formation by analysis of gene expression levels in brewing yeast
Šmogrovičová, Dömény; 1999	Process Biochemistry	Beer volatile by-product formation at different fermentation temperature using immobilised yeasts
Suthko, Vilpola, Linko; 1993	Journal of the Institute of Brewing	Pitching rate in high gravity brewing
Verbelen et al.; 2008	Journal of the Institute of Brewing	Characteristics of high cell density fermentations with different lager yeast strains
Verbelen et al.; 2009	Applied Microbiology and Biotechnology	The role of oxygen in yeast metabolism during high cell density brewery fermentations

Tabela 2. Trabalhos disponíveis na literatura sobre condições de fermentação da cerveja Lager

Após a seleção, foram considerados os dados de apenas 3 trabalhos, publicados em periódicos científicos, conforme pode demonstrado na Tabela 3.

Tratamento	Estudo	Concentração do inóculo (x106 UFC/mL)	Temperatura de fermentação (°C)	Densidade inicial do Mosto (°P)
Controle	Saerens et al., 2008	20	12	12
Outros tratamentos		20	15	12
Controle	Verbelen et al., 2009	20	15	15
Outros tratamentos		80	15	15
Controle	Dekoninck et al., 2012	80	15	15
		80	15	18
		80	15	18
		80	15	18
		80	15	18

Tabela 3. Condições dos tratamentos selecionados para a meta-análise. * Média da concentração de etanol produzido (n=2).

Os dados dos autores selecionados (Tabela 3) foram transcritos para uma planilha do Microsoft Excel, sendo os experimentos incluídos na análise quantitativa para estimar a diferença da média padronizada para os efeitos aleatórios entre as médias do tratamento controle e outros tratamentos. Calculou-se o intervalo de confiança a 5% de probabilidade de erro, além do teste de inconsistência (I^2) que descreve a porcentagem de variabilidade do efeito que é devida a heterogeneidade e não ao acaso. De acordo com Dinnes *et al.* (2005), quando I^2 apresenta valor acima de 50%, considera-se que há heterogeneidade substancial. Todas as análises foram realizadas pelo *software* CMA v. 2.0 (BORENSTEIN *et al.*, 2005) e para construção do gráfico de floresta, utilizou-se o *software* Sigmaplot 12.0 (SIGMAPLOT, 2011).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das pesquisas científicas (controle e outros tratamentos) relacionados a concentrações de etanol, álcoois superiores, ésteres totais e diacetil estão demonstrados na Tabela 4.

Analisando a Figura 1, observou-se que a média combinada dos estudos (diamante) não foi significativa (p-valor: 0,062), o que pode ser explicado pela heterogeneidade das condições para produção de etanol da amostra controle e demais tratamentos entre as

pesquisas ($I^2 = 90,2\%$), não sendo possível estimar uma resposta conclusiva sobre os valores mais adequados para o processo fermentativo. Contudo, observou-se que a tendência do aumento da produção de etanol direcionou-se a favor dos outros tratamentos, ou seja, elevando os valores de pelo menos uma das condições estudadas (concentração do inóculo, temperatura de fermentação ou densidade inicial do mosto), pode-se perceber incremento no percentual de etanol conforme demonstrado na Tabela 4.

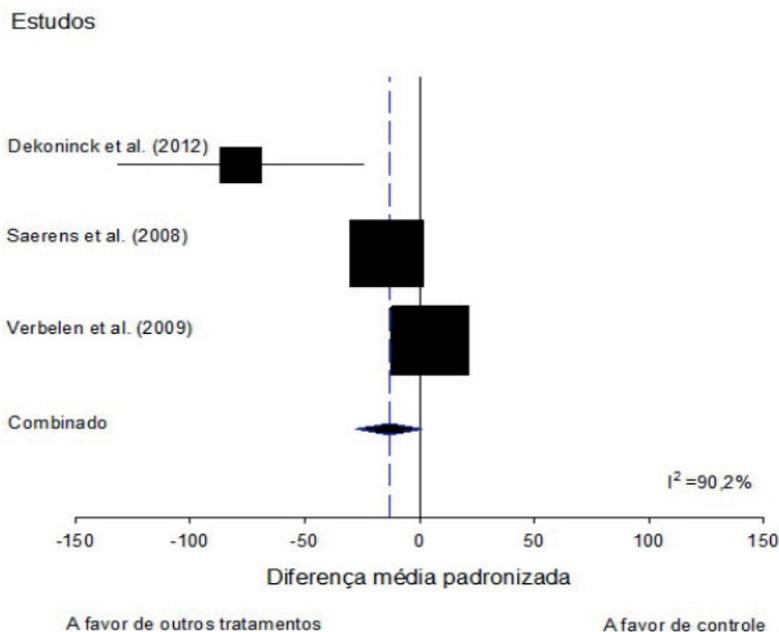


Figura 1. Efeito das condições de temperatura de fermentação, concentração inicial do mosto e diferentes suplementos de açúcares na produção de etanol em cervejas Lager (tratamento) ou não (controle).

Ao realizar-se uma análise individual de cada um dos estudos, notou-se que para Dekoninck et al. (2012) houve variabilidade entre os tratamentos estudados ($p < 0,05$) resultando em menor peso para a meta-análise. Neste trabalho em específico, a única variável do tratamento controle que se mostrou diferente dos demais foi a densidade inicial do mosto ($15^\circ P$), sendo que nos outros tratamentos esta condição foi padronizada em $18^\circ P$. Deste modo, ao analisar a Tabela 4, verificou-se um aumento no teor de etanol conforme elevou-se a densidade do mosto, sendo necessário salientar que foram corrigidos os valores de densidade original com diferentes concentrações de maltose e sacarose, o que poderia explicar as diferentes médias encontradas para o etanol, apesar das variáveis terem se mantido constantes nos demais tratamentos.

Segundo Lei et al. (2016), enquanto avança a fermentação do mosto em alta densidade, o nível de etanol produzido torna-se tóxico para a célula da levedura. Contudo, este mesmo autor identificou que entre as diferentes fontes de açúcares como suplemento nutricional no mosto, a maltose pode diminuir o stress da levedura sob alta pressão osmótica, permitindo maiores taxas de conversão de etanol, sendo similar ao proposto por Dekoninck et al. (2012).

Tratamento	Estudo	Etanol (%)*	Álcoois superiores (ppm)*	Ésteres totais (ppm)*	Diacetil (ppm)*
Controle	Saerens et al., 2008	5,14 ± 0,01	102,16 ± 1,92	25,53 ± 0,16	0,33 ± 0,00
Outros		5,50 ± 0,03	108,46 ± 2,76	25,23 ± 1,97	0,27 ± 0,01
		6,41 ± 0,13	106,88 ± 1,72	33,10 ± 0,20	0,14 ± 0,00
Controle	Verbelen et al., 2009	6,73 ± 0,01	62,3 ± 0,80	29,30 ± 0,60	0,06 ± 0,02
Outros		6,62 ± 0,02	74,9 ± 1,20	26,40 ± 0,60	0,53 ± 0,01
		6,72 ± 0,01	76,2 ± 4,30	23,20 ± 0,60	0,54 ± 0,00
Controle	Dekoninck et al., 2012	6,86 ± 0,01	85,33 ± 2,19	22,41 ± 0,13	0,47 ± 0,00
		8,08 ± 0,02	84,02 ± 1,65	23,79 ± 0,30	0,38 ± 0,01
Outros		8,62 ± 0,03	79,01 ± 2,85	21,73 ± 0,17	0,32 ± 0,01
		8,47 ± 0,03	78,82 ± 1,23	18,53 ± 1,16	0,13 ± 0,00
		8,73 ± 0,00	78,47 ± 5,88	18,24 ± 0,46	0,14 ± 0,00
		8,59 ± 0,06	78,47 ± 4,00	17,61 ± 0,24	0,09 ± 0,00

Tabela 4. Estudos sobre a concentração de etanol, álcoois superiores, ésteres totais e diacetil em cerveja Lager incluídos na meta-análise. * Média da concentração de etanol, álcoois superiores, ésteres totais e diacetil produzidos (n=2).

Piddocke et al. (2009) também evidenciaram que o xarope de maltose promoveu maior rendimento de etanol em mosto fermentado a alta densidade (21 e 24 °P) quando comparado ao xarope de glicose. Contudo, o período de multiplicação das leveduras aumentou de 20h para 46h de fermentação quando a densidade do mosto foi elevada de 14 para 24°P, ocasionando redução no número de células viáveis, uma vez que foi necessário maior tempo para que as leveduras entrassem na fase de crescimento exponencial e iniciar a produção de etanol. Para os demais trabalhos de Saerens et al. 2008 e Verbelen et al., 2009, apesar de representarem maior peso para a meta-análise (maior dimensão do quadrado), não foram observadas diferenças significativas entre o controle e demais tratamentos, mesmo alterando as condições de fermentação.

Para álcoois superiores (Figura 2) analisando os dados isoladamente, notou-se que todos os autores apresentaram resultados estatisticamente significativos ($p < 0,05$) entre o controle e demais tratamentos, observando-se que o peso individual (tamanho do quadrado) dos trabalhos de Saerens et al. (2008) e Dekoninck et al. (2012) foram similares entre si.

Ao verificar-se a média combinada (diamante) notou-se que, comparando os resultados entre os trabalhos, o conteúdo de álcoois superiores não apresentou diferença estatística (p-valor: 0,059), indicando a heterogeneidade de informações entre as pesquisas (I²: 86,4%).

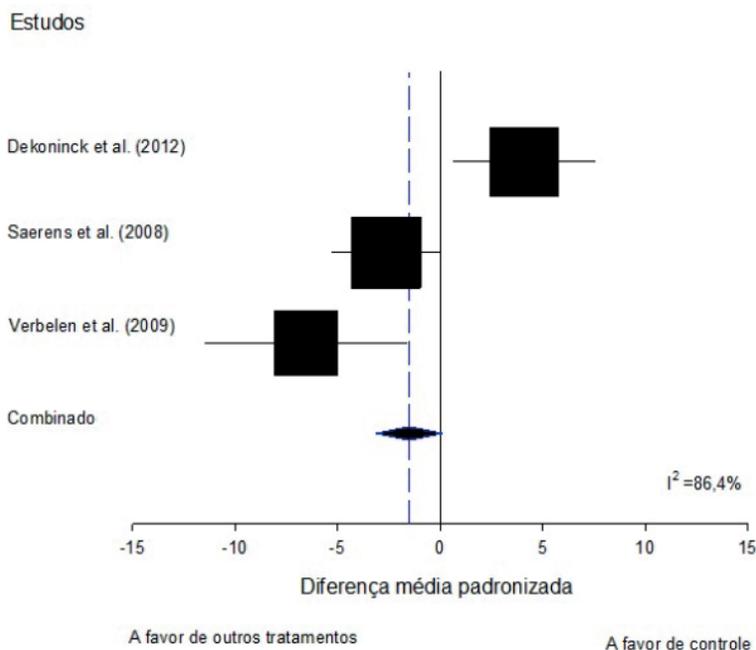


Figura 2. Efeito das condições de temperatura de fermentação, concentração inicial do mosto e diferentes suplementos de açúcares na produção de álcoois superiores em cervejas Lager (tratamento) ou não (controle).

A concentração de álcoois superiores foi favorecida pelas condições de fermentação dos outros tratamentos, porém, notou-se que a medida que a concentração de etanol aumentou em função da alta densidade do mosto (18°P), a quantidade total deste volátil diminuiu, conforme pode ser observado na Tabela 4 para o estudo de Dekoninck et al. (2012), especialmente para propanol, isobutanol e álcool isoamílico (dados não representados).

O mesmo pode ser constatado por Lei et al. (2016) que encontraram uma diminuição do conteúdo de álcoois superiores (isoamílico e isobutanol) com o aumento da densidade original do mosto de 18 para 24°P com diferentes suplementos de açúcares. Pidocke et al. (2009), também relataram que os valores de propanol e isobutanol diminuíram, para as fermentações que ocorreram a 21 e 24 °P, em comparação concentração a 14 °P.

Com relação à quantidade de leveduras, o aumento destas concentrações pareceu propiciar maiores proporções de álcoois superiores (Tabela 4) a uma mesma densidade

inicial do mosto. Tais informações corroboram com os dados encontrados por Verbelen et al. (2008). Em condições gerais de fermentação para os estudos avaliados, notou-se que a ocorrência de álcoois superiores em cerveja Lager permaneceu abaixo do preconizado como ideal pela literatura (até 300 ppm).

Para ésteres totais, a produção deste volátil foi favorecida em direção ao tratamento controle, sendo contrário ao observado até o momento para o etanol e álcoois superiores (Figura 3).

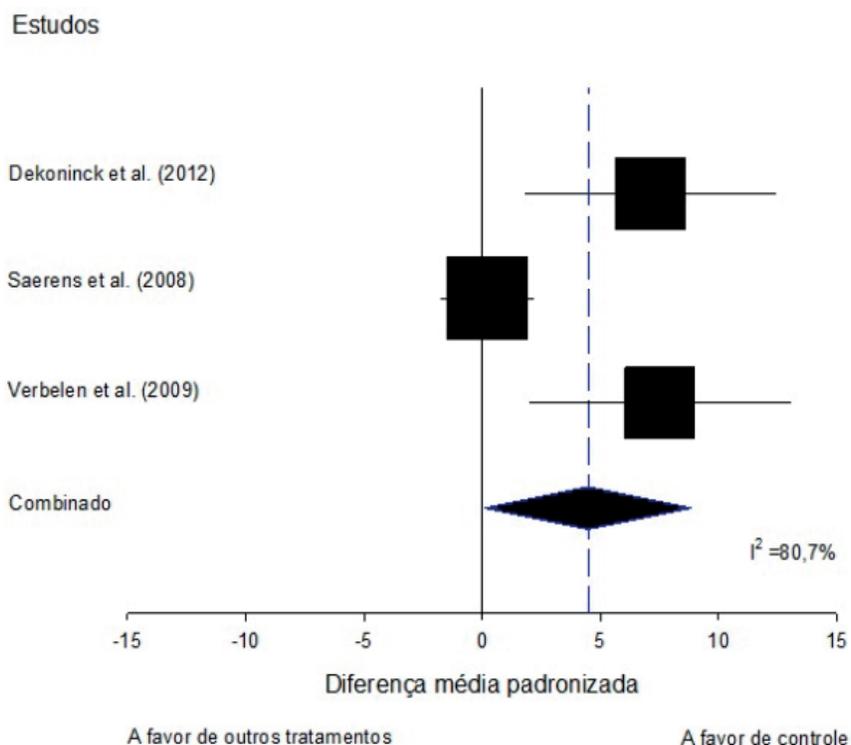


Figura 3. Efeito das condições de temperatura de fermentação, concentração inicial do mosto e diferentes suplementos de açúcares na produção de ésteres totais em cervejas Lager (tratamento) ou não (controle).

A análise conjunta dos resultados (diamante) também permitiu verificar a existência de diferença significativa entre os estudos (p -valor: 0,014), possibilitando maior capacidade de explicação desta tendência devido ao maior peso combinado dos trabalhos e menor variação e consistência dos resultados comparados com os outros parâmetros analisados (I^2 : 80,7%).

Realizando-se uma análise individualizada (Figura 3), notou-se que a pesquisa de Dekoninck et al. (2012) apresentaram diferenças estatísticas quando comparado o controle

com os demais tratamentos. Ao observar os valores dispostos na Tabela 4, verificou-se que os tratamentos com densidade do mosto a 18°P apresentaram concentrações distintas de ésteres totais mesmo não se alterando as outras variáveis (concentração do inóculo e temperatura de fermentação). Isso pode ser explicado pelo fato destes experimentos apresentarem suplementos com diferentes tipos de açúcares (maltose e sacarose), onde a adição de maior proporção de sacarose reduziu a concentração total de ésteres ($17,61 \pm 0,24$ ppm) quando comparado a adição de maltose ($18,24 \pm 0,46$ ppm) e usando mosto puro malte ($23,79 \pm 0,30$ ppm). Esses resultados são reportados contrariamente às informações de Dzialo et al. (2017) e Loviso e Libkind (2018) quanto ao favorecimento da produção de ésteres decorrente da fonte de carboidrato na fermentação.

Verbelen et al. (2009), também constataram resultados estatisticamente significativos, uma vez que, a concentração de ésteres totais diferiu-se entre os experimentos (controle e outros tratamentos), sendo menor a sua proporção em função do aumento no número de células utilizadas no processo fermentativo. Quando aumentado o inóculo em 4 vezes em relação ao controle (20×10^6 UFC/mL) e realizada a pré-oxigenação da levedura com o mosto aerado, a concentração de ésteres reduziu ainda mais ($23,20 \pm 0,60$ ppm) em relação a não oxigenação da *Sacharomyces*.

Suthko, Vilpola e Linko (1993) também observaram que ésteres diminuem com o aumento do inóculo de leveduras. Contudo, tais informações não vão de encontro ao postulado por Jones, Margaritis e Stewart (2007), os quais concluíram que um aumento do inóculo de leveduras permite reduzir o estresse durante a fermentação de alta densidade inicial sem afetar a produção de voláteis (álcoois superiores, ésteres e diacetil).

Em contrapartida, Saerens et al. (2008) não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos avaliados, sendo este trabalho também o que apresentou maior peso sozinho para a meta-análise. Estes autores foram os únicos a estudarem a variação na temperatura de fermentação relacionados a concentração inicial do mosto, sendo esses resultados inconclusivos sobre as condições de fermentação para produção de ésteres totais.

Para a maior concentração de diacetil, a meta-análise indicou uma tendência de seguir as condições estipuladas pelo tratamento controle (Figura 4) e pequena influência dos dados combinados (diamante).

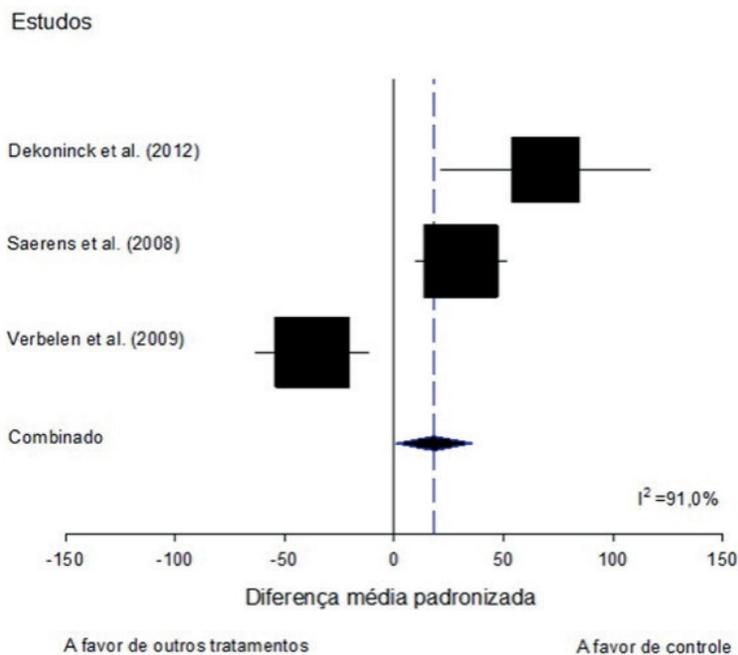


Figura 4. Efeito das condições de temperatura de fermentação, concentração inicial do mosto e diferentes suplementos de açúcares na produção de diacetil em cervejas Lager (tratamento) ou não (controle).

Observou-se que os três trabalhos apresentaram diferença significativa entre o controle e demais tratamentos ($p < 0,05$), repercutindo no p-valor significativo também entre os trabalhos (0,026). Observou-se que os dados de Verbelen et al. (2009) e Saerens et al. (2008) apresentam pesos similares, entre si.

O trabalho de Verbelen et al. (2009) mostrou inconsistência com os outros trabalhos ao ter um aumento de diacetil com aumento de inóculo inicial de leveduras de 20 a 80×10^6 UFC/mL como pode se ver na Tabela 4. Isso pode ser explicado pela diminuição no tempo de fermentação, que provoca um aumento na concentração final de diacetil. Blicek et al. (2007), encontrou resultados consistentes com os de Saerens et al. (2008), com diminuição do diacetil conforme o aumento da densidade inicial do mosto, o que é desejável, em cervejas *Lager* reduzindo os *off flavor* no produto final.

4 | CONCLUSÃO

Ao final deste trabalho, pode-se identificar uma tendência para etanol e álcoois superiores em direção aos demais tratamentos, enquanto ésteres e diacetil foram favorecidos com as condições do tratamento controle. O aumento da gravidade original, a elevação da temperatura de fermentação e uso de suplementos a base de maltose ou

sacarose em mostos de alta densidade aumentam a produção de etanol. No entanto, a concentração de inóculo, nas condições estudadas não alterou a sua produção. No caso dos álcoois superiores, conclui-se que estes são favorecidos por altas concentrações de inóculo e aumento da temperatura de fermentação. Porém, fermentações em alta densidade inicial contribuem para uma diminuição desses compostos. A alta concentração de inóculo diminuiu significativamente a concentração de ésteres, ao mesmo tempo em que aumentou a proporção de diacetil, sendo este último componente, reduzido com a fermentação em alta densidade.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, R. G.; KIRSOP, B. H. **The control of volatile ester synthesis during the fermentation of wort of high specific gravity**. Journal of the Institute of Brewing, v. 80, n. 1, p. 48-55, 1974.
- BLEOANCA, I.; BAHRIM, G. **Overview on brewing yeast stress factors**. Romanian Biotechnological Letters, v. 18, n. 5, p. 8559-8572, 2013.
- BLIECK, L. et al. **Isolation and characterization of brewer's yeast variants with improved fermentation performance under high-gravity conditions**. Applied and Environmental Microbiology, v. 73, n. 3, p. 815-824, 2007.
- BORENSTEIN, M. et al. **Comprehensive Meta-Analysis Version 2**. Englewood: Biostat, 2005.
- BORODINA, I.; NIELSEN, J. **Advances in metabolic engineering of yeast *Saccharomyces cerevisiae* for production of chemicals**. Biotechnology journal. Darmstadt, Germany. v. 9, n. 5, p. 609-620, 2014.
- CASEY, G. P.; INGLEDEW, W. M. **High-gravity brewing influence of pitching rate and wort gravity on early yeast viability**. Journal of the American Society of Brewing Chemists, v. 41, n. 4, p. 148-152, 1983.
- CASEY, G. P.; MAGNUS, C. A.; INGLEDEW, W. M. **High-gravity brewing effects of nutrition on yeast composition, fermentative ability, and alcohol production**. Applied and Environmental Microbiology, v. 48, n. 3, p. 639-646, 1984.
- DEKONINCK, T. M. L. et al. **The importance of wort composition for yeast metabolism during accelerated brewery fermentations**. Journal of the American Society of Brewing Chemists, v. 70, n. 3, p. 195–204, 2012.
- DINNES, J. et al. **A methodological review of how heterogeneity has been examined in systematic reviews of diagnostic test accuracy**. Health Technology Assess, v.9, n.12, p. 1-113, 2005.
- DZIALO, M. C. et al. **Physiology, ecology and industrial applications of aroma formation in yeast**. FEMS Microbiology Reviews, v. 41, n. June, p. S95–S128, 2017.
- ERTEN, H.; TANGULER, H.; CAKIROZ, H. **The effect of pitching rate on fermentation and flavour compounds in high gravity brewing**. Journal of the Institute of Brewing, v. 113, n. 1, p. 75-79, 2007.

- GUIDO, L. F. et al. **The impact of the physiological condition of the pitching yeast on beer flavour stability: an industrial approach.** Food Chemistry, v. 87, n. 2, p. 187-193, 2004.
- JONES, H. L.; MARGARITIS, A.; STEWART, R. J. **The combined effects of oxygen supply strategy, inoculum size and temperature profile on very-high-gravity beer fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*.** Journal of the Institute of Brewing, v. 113, n. 2, p. 168-184, 2007.
- KOBAYASHI, M. et al. **Simultaneous control of apparent extract and volatile compounds concentrations in low-malt beer fermentation.** Applied microbiology and biotechnology, v. 73, n. 3, p. 549-558, 2006.
- KROGERUS, K. et al. **Novel brewing yeast hybrids: creation and application.** Applied Microbiology and Biotechnology, v. 101, n. 1, p. 65-78, 2017.
- LANDAUD, S.; LATRILLE, E.; CORRIEU, G. **Top pressure and temperature control the fusel alcohol/ester ratio through yeast growth in beer fermentation.** Journal of the Institute of Brewing, v. 107, n. 2, p. 107-117, 2001.
- LEI, H. et al. **Fermentation performance of Lager yeast in high gravity beer fermentations with different sugar supplementations.** Journal of Bioscience and Bioengineering, v. 122, n. 5, p. 583-588, 2016.
- LOVISO, C. L.; LIBKIND, D. **Synthesis and regulation of flavor compounds derived from brewing yeast: Esters.** Revista Argentina de Microbiologia, v. 50, n. 4, p. 436-446, 2018.
- PIDDOCKE, M. P. et al. **Physiological characterization of brewer's yeast in high-gravity beer fermentations with glucose or maltose syrups as adjuncts.** Applied Microbiology and Biotechnology, v. 84, n. 3, p. 453-464, 2009.
- SAERENS, S. M.G.; VERBELEN, P. J.; VANBENEDEN, N.; et al. **Monitoring the influence of high-gravity brewing and fermentation temperature on flavour formation by analysis of gene expression levels in brewing yeast.** Applied Microbiology and Biotechnology, v. 80, n. 6, p. 1039-1051, 2008.
- SIGMAPLOT. **Scientific Graphing Software: Version 12.0.** San Rafael: Jandel Corporation, 2011.
- ŠMOGROVIČOVÁ, D.; DÖMÉNY, Z. **Beer volatile by-product formation at different fermentation temperature using immobilised yeasts.** Process Biochemistry, v. 34, n. 8, p. 785-794, 1999.
- SUTHKO, M. I.; VILPOLA, A; LINKO, M. **Pitching rate in high gravity brewing.** Journal Of The Institute Of Brewing, v. 99, n. 4, p. 341-346, 1993.
- VERBELEN, P. J. et al. **The role of oxygen in yeast metabolism during high cell density brewery fermentations.** Applied Microbiology and Biotechnology, v. 82, n. 6, p. 1143-1156, 2009.
- VERBELEN, P. J. et al. **Characteristics of high cell density fermentations with different Lager yeast strains.** Journal of the Institute of Brewing, v. 114, n. 2, p. 127-133, 2008.

CAPÍTULO 15

MODELAGEM CINÉTICA E EFEITOS DA TEMPERATURA DE SECAGEM EM FARINHAS DE RESÍDUO DE ACEROLA

Data de aceite: 11/09/2020

Data de submissão: 21/07/2020

Priscila de Souza Gomes

Universidade Estadual de Maringá,
Maringá – PR.

Jéssica Barrionuevo Ressutte

Universidade Estadual de Londrina
Londrina – PR.
<http://lattes.cnpq.br/5121814178859486>

Jéssica Maria Ferreira de Almeida do Couto

Universidade Estadual de Maringá
Maringá – PR.
<http://lattes.cnpq.br/2306490664692584>

Camila Andressa Bissaro

Universidade Estadual de Maringá
Maringá – PR.
<http://lattes.cnpq.br/2849509685177045>

Kamila de Cássia Spacki

Universidade Estadual de Maringá
Maringá – PR.
<http://lattes.cnpq.br/9512716569642744>

Eurica Mary Nogami

Universidade Estadual de Maringá,
Maringá – PR.

Jiuliane Martins da Silva

Universidade Estadual de Maringá
Maringá – PR.
<http://lattes.cnpq.br/2805028016536369>

Marcos Antonio Matiucci

Universidade Estadual de Maringá
Maringá – PR.
<http://lattes.cnpq.br/8764384428029742>

Marília Gimenez Nascimento

Universidade Estadual de Maringá
Maringá – PR.
<http://lattes.cnpq.br/3955672226776551>

Caroline Zanon Belluco

Universidade Estadual de Londrina
Londrina – PR.
<http://lattes.cnpq.br/2800183716861915>

Grasiele Scaramal Madrona

Universidade Estadual de Maringá
Maringá – PR.
<http://lattes.cnpq.br/1062288233305087>

Monica Regina da Silva Scapim

Universidade Estadual de Maringá,
Maringá – PR.
<http://lattes.cnpq.br/3210440904499405>

RESUMO: Devido ao elevado teor de ascórbico e compostos bioativos, a polpa de acerola é amplamente utilizada para fins comerciais, como para a produção de sucos, fármacos e cosméticos. No entanto, uma grande quantidade de resíduos é gerada durante o processamento, sendo este frequentemente descartado de forma incorreta. Dentro deste contexto, o aproveitamento deste resíduo na forma de farinha pode ser uma alternativa viável. Assim, o resíduo in natura proveniente da produção de polpa de acerola orgânica foi submetido à secagem por convecção forçada nas temperaturas de 40, 50 e 60°C. A atividade antioxidante e as características físico-químicas das farinhas obtidas foram avaliadas. A farinha submetida a secagem na temperatura de 50°C apresentou a maior atividade antioxidante,

ou seja, 51,68% da atividade antioxidante do resíduo úmido. Por outro lado, a temperatura de 40°C foi a temperatura ideal para preservação de fibras, 49,40%. A composição mineral não variou com as temperaturas de secagem, sendo o cálcio o mineral presente em maiores concentrações, com variação de de 51,58 a 63,58 mg 100 g⁻¹. Os modelos matemáticos de Page e Midilli foram os mais adequados para descrever o comportamento cinético da secagem do resíduo de acerola para todas as temperaturas utilizadas (40, 50 e 60°C).

PALAVRAS-CHAVE: Atividade antioxidante, modelagem matemática, convecção forçada, resíduo alimentar.

KINETICS MODELING AND EFFECTS OF DRYING IN ORGANIC ACEROLA RESIDUE FLOURS

ABSTRACT: Due to the high content of ascorbic and bioactive compounds, the acerola pulp is widely used for commercial purposes, as for the production of juices, pharmaceuticals and cosmetics. However, a large amount of waste is generated during processing, which is usually discarded incorrectly. Within this context, the use of this residue in the form of flour can be a viable alternative. Thus, the in natura residue from the production of organic acerola pulp was subjected to forced convection drying at temperatures of 40, 50 and 60°C. The antioxidant activity and the physicochemical characteristics of the flours obtained were evaluated. The flour subjected to drying at a temperature of 50°C showed the highest antioxidant activity, that is, 51.68% of the antioxidant activity of the wet residue. On the other hand, the temperature of 40°C was the ideal temperature for fiber preservation, 49.40%. The mineral composition did not vary with drying temperatures, with calcium being the mineral present in higher concentrations, ranging from 51.58 to 63.58 mg 100 g⁻¹. The mathematical models of Page and Midilli were the most adequate to describe the kinetic behavior of the drying of the acerola residue for all the temperatures used (40, 50 and 60 °C).

KEYWORDS: Antioxidant activity, mathematical modeling, forced convection, food residue.

1 | INTRODUÇÃO

A acerola (gênero *Malpighia*) é uma fruta tropical nativa da América Central e do norte da América do Sul, também conhecida como “Acerola cherry” e “Barbados cherry” (BELWAL et al., 2018). Essa fruta possui grande relevância para a economia brasileira, uma vez que além de serem consumidas *in natura*, também são utilizadas para produção sucos, geleias, concentrados, sorvetes, xaropes, licores, entre outros produtos (JAESCHKE; MARCZAK; MERCALI, 2016).

Atualmente, a acerola têm sido explorada como alimento funcional (BELWAL et al., 2018) por apresentar altos teores de vitamina C (RAMADAN; DUARTE; BARROZO, 2018) e compostos bioativos com atividade antioxidante, como fenólicos, flavonoides, carotenoides e antocianinas (SILVA; DUARTE; BARROZO, 2019).

A produção do suco de acerola ou polpa é feita através da prensagem dos frutos inteiros, essa operação produz um resíduo rico em fibras, provenientes das sementes, caroço, casca e os restos de polpa que ficam aderidos nesse resíduo (JAESCHKE;

MARCZAK; MERCALI, 2016).

O reaproveitamento desse resíduo além de reduzir o impacto ambiental, pode ser altamente rentável. Uma possível solução para esse resíduo industrial é sua transformação em farinha através do processo de secagem e trituração. A incorporação dessa farinha em pães, bolos, cookies podem ser uma alternativa de enriquecimento nutricional e melhoria da qualidade dos alimentos que são ofertados a população (BERTAGNOLLI et al., 2014).

Utilizada em inúmeros setores industriais devido à sua simplicidade e baixo custo, o processo de secagem é uma alternativa capaz de reduzir o teor de umidade inicial a níveis adequados, evitando assim a deterioração em resíduos de frutas, por exemplo, que podem conter mais de 80% de água. Contudo, esse processo pode promover a degradação de diversos nutrientes termosensíveis caso as condições de secagem não sejam controladas (WOJDYŁO et al., 2016).

A modelagem na secagem de frutas utiliza equações matemáticas capazes de prever o comportamento de operação, extrair detalhes e obter novas visões. Por isso, um número significativo de estudos tem investigado a cinética de secagem de vários produtos agrícolas, a fim de avaliar diferentes modelos matemáticos descrevendo as características da secagem em camada fina. Equações de secagem de camada fina são ferramentas importantes na modelagem matemática quando relacionado ao processo de secagem, pois além de práticos, apresentam bons resultados (ERBAY e ICIER, 2010).

Nesse contexto, o presente estudo propõe uma solução para o resíduo gerado no processamento do suco de acerola, através da sua transformação em um produto farináceo. Para a caracterização dessa farinha, foram realizados estudos a respeito da tecnologia para a sua obtenção, verificando a influência do processamento nas propriedades nutricionais, de forma que o processamento mais adequado seja aquele que proporcione um produto com o mínimo de perdas de seus compostos bioativos. Ainda, realizou-se a modelagem matemática das curvas de secagem em camada delgada com intuito de avaliar o modelo semi-empírico e empírico que melhor descreve esse processo.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Preparo das amostras

O resíduo de acerola utilizado no presente estudo foi obtido a partir da fruta orgânica *in natura*, adquirida com pequenos produtores da cidade de Maringá-Brasil. Os frutos selecionados foram lavados em água corrente, higienizados com solução 80 ppm de hipoclorito de sódio e processados em liquidificador industrial até a completa desintegração. A massa obtida foi duplamente filtrada em peneira de polipropileno para separação da polpa do resíduo.

Os resíduos do processamento do suco da acerola foram submetidos à secagem por convecção forçada nas temperaturas de 40, 50 e 60°C. Após a secagem, o resíduo

foi triturado duas vezes em moinho de facas e uniformizado com uma série de peneiras Tyler (Granutest), sendo selecionado partículas com diâmetro médio de 0,25 mm para a realização dos experimentos. As farinhas obtidas foram armazenadas congeladas e protegidas da incidência da luz, para a realização das análises posteriores.

2.2 Modelos teóricos de secagem

A umidade relativa do ar de secagem foi considerada um parâmetro invariável durante o processo de secagem e a razão de umidade (XR) foi determinada de acordo com a equação 1.

$$XR = \frac{(Xdb - Xdb_e)}{(Xdb_o - Xdb_e)} \quad (1)$$

Em que, Xdb é a umidade contida no material, Xdb_e é a umidade equilíbrio do material e Xdb_o é a umidade inicial do material, em base seca. A partir disso, foram propostos quatro modelos matemáticos (empíricos e semi-empíricos) da literatura para os ajustes das curvas cinéticas de secagem (análise de regressão não linear), conforme apresentado na Tabela 1.

Modelo	Equação	Referência
Newton	$XR = \exp(-kt)$	Lewis (1921)
Page	$XR = \exp(-kt^n)$	Page (1949)
Logarítmico	$XR = a \exp(-kt) + c$	Chandra & Singh (1995)
Midilli	$XR = a \exp(-kt^n) + bt$	Midilli et al. (2002)

Tabela 1. Modelos matemáticos empíricos e semi-empíricos.

Os dados experimentais das cinéticas de secagem foram ajustados aos modelos de forma adimensional (Xdb/Xdb_o) no software R Studio. Os modelos matemáticos com melhor ajuste aos dados experimentais da secagem da acerola foram selecionados de acordo com seguintes parâmetros estatísticos:

- Erro do quadrado médio (MSE):

$$MSE = \sum_{i=1}^n \frac{(X_{exp_i} - X_{calc_i})^2}{n} = \frac{SSR}{n} \quad (2)$$

Em que, X_{exp_i} – i-ésimo valor experimental de X; X_{calc_i} – estimativa de X_{exp_i} e n o número de observações da amostra. Assim, a soma da diferença do experimental do calculado, é chamada Soma de Quadrados do Resíduo do modelo (SSR).

- Raiz quadrada do MSE (\sqrt{MSE}):

$$\sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{\text{exp}_i} - X_{\text{calc}_i})^2}{n}} = \sqrt{\frac{SSR}{n}} \quad (3)$$

- Critério de Informação Akaike (AIC):

$$AIC = n \ln\left(\frac{SSR}{n}\right) + 2p \quad (4)$$

- Critério de Informação Bayesiano (BIC):

$$BIC = n \ln\left(\frac{SSR}{n}\right) + p \ln n \quad (5)$$

Em que p é o número de parâmetro do modelo. O ajuste dos parâmetros foi feito ao se minimizar a seguinte função objetivo (Equação 6), que representa o somatório dos mínimos quadrados, representado pela diferença ao quadrado entre os dados experimentais e estimados pelo modelo, conforme a seguir:

$$SSR = \sum (X_{\text{exp}} - X_{\text{calc}})^2 \quad (6)$$

Em que X_{exp} e o teor de umidade em base seca da acerola obtida experimentalmente e X_{calc} é o valor deste teor calculado pelo modelo.

2.3 Caracterização do resíduo e farinha de acerola

Os teores de umidade, resíduo mineral fixo, matéria orgânica, acidez total titulável, fibra bruta, proteína e o valor de pH foram determinados para o resíduo *in natura* e para as farinhas submetidas a secagem, de acordo com a metodologia proposta pela AOAC (2012).

Como a farinha se trata de um material com baixa umidade, o conteúdo mineral foi determinado a partir método conhecido como extração úmida, onde a digestão é realizada diretamente na amostra, sem a necessidade de se obter as cinzas, como descrito por Morgano et al. (2002).

A atividade antioxidante total foi determinada pelo método da captura do radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH), de acordo com Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995) com modificações de Miliuskas, Venskutonis e Beek (2004). As análises foram realizadas para o farelo *in natura* e para as farinhas obtidas a cada secagem. Foi utilizada a curva padrão de 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid (Trolox) com pureza superior a 98%. Os resultados foram expressos em relação à atividade antioxidante total (AA%).

Todas as análises foram conduzidas em triplicata e os dados obtidos foram

submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de médias Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa Statistica 10.0 para avaliar as diferenças entre os resultados.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Rendimento de secagem

A partir de uma amostra homogênea de acerola, obteve-se um rendimento de 18,12% de resíduo úmido (semente, casca e resto de polpa não extraída). A secagem a 40 °C da farinha do resíduo de acerola até o conteúdo de umidade de 5%, alcançou um rendimento de 18% em 10,5 horas até atingir massa constante, já as temperaturas de 50 °C e 60 °C produziram rendimentos de 20% e 18% em 8,5 e 6,5 horas respectivamente, para atingir o mesmo conteúdo de umidade. O aumento da temperatura contribuiu para um menor tempo de secagem.

3.2 Modelagem matemática

As curvas cinéticas de secagem do resíduo de acerola por convecção forçada para cada temperatura (40, 50 e 60°C) avaliada foram ajustadas conforme os modelos matemáticos propostos na Tabela 1. A Tabela 2 mostra o conjunto de parâmetros estatísticos ajustados aos modelos propostos, obtidos em todas condições de temperatura avaliadas.

T (°C)	Modelo	Parâmetros					
		SSE	AIC	BIC	MSE	√MSE	R ²
40°C	Newton	0,0220	-56,0161	-54,4709	0,0014	0,0371	0,9888
	Page	0,0127	-62,8634	-60,5457	0,0008	0,0281	0,9947
	Logarítmico	0,0158	-57,3460	-54,2558	0,0009	0,0314	0,9933
	Midilli	0,0094	-63,5572	-59,6942	0,0006	0,0243	0,9959
50°C	Newton	0,0258	-53,4895	-51,9443	0,0016	0,0402	0,9860
	Page	0,0052	-77,1834	-74,8656	0,0003	0,0179	0,9978
	Logarítmico	0,0177	-55,5270	-52,4363	0,0011	0,0332	0,9925
	Midilli	0,0043	-76,2371	-72,3741	0,0003	0,0163	0,9982
60°C	Newton	0,0222	-55,8752	-54,3300	0,0014	0,0372	0,9882
	Page	0,0062	-74,3595	-72,0417	0,0004	0,0196	0,9974
	Logarítmico	0,0159	-57,2130	-54,1224	0,0009	0,0315	0,9932
	Midilli	0,0054	-72,4535	-68,5905	0,0003	0,0184	0,9977

Tabela 2. Conjunto de parâmetros estatísticos da secagem de resíduos de acerola sob diferentes temperaturas.

Os quatro modelos propostos (Newton, Page, Logarítmico e Midilli) apresentam bons ajustes em relação ao coeficiente de determinação ($R^2 > 0,98$), aos baixos valores em módulo para os critérios de informação Bayseana (BIC), critério de informação Akaike (AIC) e erro quadrado médio (MSE). Em todas as temperaturas analisadas, os modelos matemáticos de Midilli e Page são aqueles que descrevem a cinética de secagem da acerola mais satisfatoriamente.

Estes modelos apresentaram melhores ajustes (Midilli e Page), exibem 4 e 2 parâmetros na equação do modelo, respectivamente, conforme a Tabela 1. Sabe-se através da literatura que é um número de alto nível, tendo melhor ajuste e conseqüentemente um erro menor. Desta forma, entre todos os modelos testados, o que apresenta o pior desempenho é o modelo de Newton que possuem apenas um único parâmetro.

As Figuras 1, 2 e 3 ilustram a evolução da cinética de secagem medidos experimentalmente em comparação com as previsões dos melhores modelos matemáticos (Midilli e Page) ajustados para as temperaturas de secagem (40, 50 e 60°C) do resíduo de acerola.

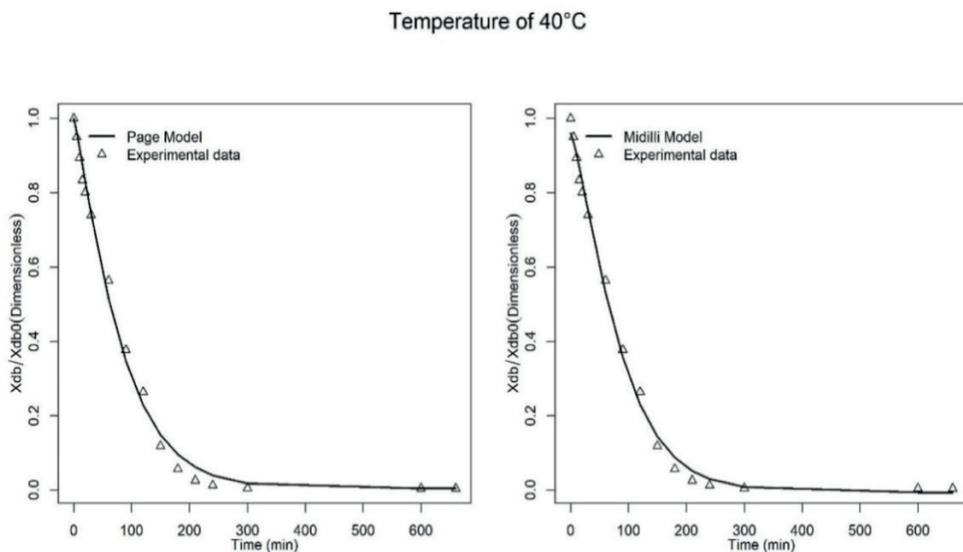


Figura 1. Ajuste dos modelos de Page e Midilli, respectivamente, para a temperatura do ar de secagem de 40°C.

Temperature of 50°C

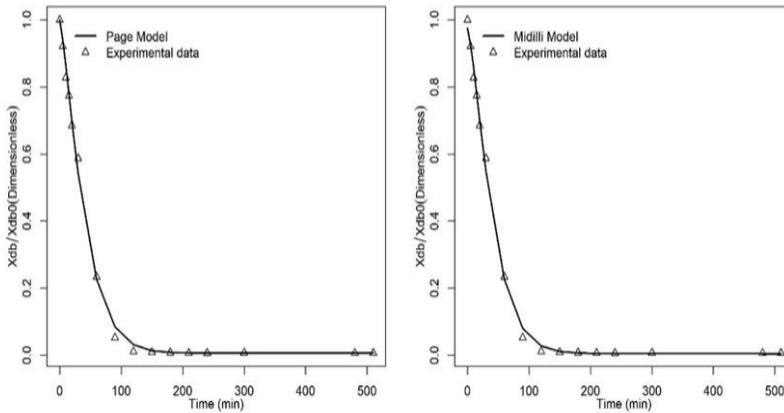


Figura 2. Ajuste dos modelos de Page e Midilli, respectivamente, para a temperatura do ar de secagem de 50 ° C.

Temperature of 60°C

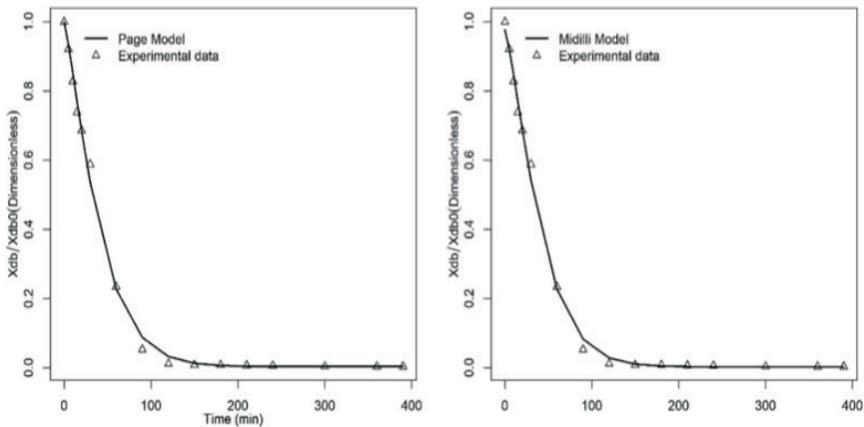


Figura 3. Ajuste dos modelos de Page e Midilli, respectivamente, para a temperatura do ar de secagem de 60°C.

3.3 Caracterização físico-química

A Tabela 3 apresenta os resultados da caracterização físico-química do resíduo e das farinhas de acerola. O resíduo de acerola apresentou alto conteúdo de umidade (~85 %), enquanto o menor teor de umidade (~5%) foi observado na maior temperatura

de secagem. As farinhas obtidas nas três temperaturas de secagem enquadram-se dentro da RDC N° 263, de 22 de setembro de 2005 da ANVISA, que estabelece um padrão de umidade de 5 a 10% para farinhas (BRASIL, 2005).

Parâmetros	Resíduo1	Farinha 401	Farinha 501	Farinha 601
Umidade (%)	85,132±0,003a	7,667±0,010b	6,187±0,005c	5,619±0,002d
Cinzas (%)	4,129±0,003a	4,102±0,025a	3,973±0,043a	4,124±0,030a
Matéria orgânica (%)	10,741±0,004a	88,232±0,223b	89,840±0,403b	90,253±0,397b
pH	4,170±0,040a	3,950±0,110a	3,990±0,060a	3,950±0,050a
Acidez titulável total (% ácido cítrico)	0,440±0,001a	3,633±0,551b	4,883±0,474c	5,655±0,336d
Proteína (g 100 g-1)	2,600±0,003a	9,710±0,096b	10,380±0,055b	10,420±0,013b
Fibras (g 100 g-1)	4,390±0,004a	49,400±0,273b	34,740±0,075c	22,360±0,064d

Tabela 3. Composição físico-química de resíduos de acerola e farinhas obtidos em diferentes temperaturas de secagem. 1Média ± desvio padrão (n=3); Letras diferentes na mesma linha são significativamente diferentes (p<0,05).

Em relação às cinzas (Tabela 3), que representa o conteúdo mineral contido na amostra, não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre o resíduo e as amostras de farinha. Para o parâmetro pH também não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras, sendo o pH do resíduo de 4,17 e o pH médio das farinhas de 3,93, caracterizando em ambas as situações como um pH ácido. Na farinha, o pH ácido aliado a baixa atividade de água, garante a estabilidade microbiológica e enzimática (NASCIMENTO; BIAGI; OLIVEIRA, 2015) na previsão da taxa de secagem, melhoram as condições de secagem e avaliam a qualidade do processo; assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o ajuste dos modelos de Page, Midilli, Newton e da segunda lei de Fick aos dados experimentais da secagem convectiva com aplicação de radiação infravermelha de grãos de Moringa oleifera L. Avaliaram-se, também, o efeito dos fatores temperatura do ar (30-60 °C. Nóbrega et al. (2015) avaliou a secagem de resíduo de acerola utilizando ar quente sob diferentes condições de temperatura (60, 70 e 80°C) e velocidade de ar (4, 5 e 6 m.s-1) e encontrou valores próximos ao reportado na presente pesquisa, com valores variando entre 3,53 a 3,71.

Para a acidez total titulável, calculada em termos de ácido cítrico, houve uma variação significativa entre todas as amostras. No resíduo úmido a acidez total titulável média foi de 0,44%, já para as farinhas os valores médios variaram entre 3,63 (farinha seca à 40°C) a 5,66 (farinha seca à 60°C). Duzzioni et al. (2013) realizou um estudo similar com acerola desidratada e também verificou que o aumento da temperatura de secagem resulta em produtos com maior acidez. Os valores encontrados por Duzzioni et al. (2013) variaram entre 1,01 e 1,46 % de ácido cítrico.

O conteúdo de proteína (Tabela 3) não apresentou diferença significativa ($p < 0.05$) entre as amostras de farinhas, mas teve uma grande diferença quando comparada ao resíduo. No resíduo o teor de proteínas foi de $2,6 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$, enquanto o conteúdo médio das três farinhas foi de $10,17 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$. Pela RDC N° 54 de 12 de novembro de 2012, da ANVISA, tem-se que um alimento é considerado fonte de proteína se fornece uma quantidade mínima $6,0 \text{ g}$ por 100 g de alimento, portanto como a farinha de acerola, como fornece um teor $10,17 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$, ela pode ser considerada um alimento fonte de proteínas (BRASIL, 2012).

O teor de fibra bruta apresentou elevadas concentrações para as amostras de farinha ($22-49 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$), apresentando diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras pelo teste de Tukey. O teor total de fibra alimentar está na mesma faixa de fontes de fibras comumente empregadas para a produção de alimentos, como arroz e farelo de trigo ($27-45 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) (ELLEUCH et al., 2011). A maior concentração de fibra foi para a farinha obtida a $40 \text{ }^\circ\text{C}$, enquanto a farinha obtida a $60 \text{ }^\circ\text{C}$ obteve a menor concentração. Observa-se também que elevadas temperaturas afetaram o conteúdo de fibras totais, isso pode ser explicado pelo fato de que as fibras solúveis não resistem a processos com temperaturas muito elevadas (ZHAO et al., 2019).

Como parte de uma dieta balanceada, a fibra alimentar tem demonstrado influência positiva na saúde humana. As fibras solúveis são um dos principais nutrientes que contribuem para uma dieta balanceada, sendo moduladores de hiperlipidemia, hiperinsulinemia, hiperglicemia e obesidade, que são fatores de risco para o desenvolvimento de doenças crônicas, cardiovasculares, diabetes mellitus e cânceres (BULTOSA, 2016). Além disso, subprodutos de frutas são ricos em antioxidantes, que combinam os efeitos benéficos tanto da fibra alimentar como dos antioxidantes (LEÃO et al., 2017).

3.4 Minerais

As concentrações dos minerais Fe, Zn, Ca e Mg para as farinhas obtidas nas três temperaturas de secagem são apresentados na Tabela 4.

Minerais (mg 100 g ⁻¹)	Farinha 40	Farinha 50	Farinha 60
Fe	0,063 ± 0,001 ^a	0,0751 ± 0,001 ^a	0,0652 ± 0,001 ^a
Zn	0,062 ± 0,001 ^a	0,0726 ± 0,001 ^a	0,0674 ± 0,001 ^a
Ca	63,585 ± 0,004 ^a	61,5783 ± 0,003 ^a	63,5711 ± 0,008 ^a
Mg	6,205 ± 0,007 ^a	6,5563 ± 0,001 ^a	6,4767 ± 0,004 ^a

Tabela 4. Concentração Mineral para farinhas secas a 40, 50 e 60°C. 1Média ± desvio padrão (n=3); Letras diferentes na mesma linha são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Em relação aos teores de minerais, não houve diferença significativa ($p < 0.05$) entre as amostras. As farinhas de acerola apresentaram concentrações de Fe entre 0,0634 e 0,0751 mg 100 g⁻¹. A necessidade diária desse nutriente é de 10 mg para homens e 15 mg para as mulheres, desse modo, pode-se afirmar que o conteúdo desse mineral das farinhas não é de grande relevância, sendo inferior ao valor encontrado para a fruta in natura que fornece 0,20 mg 100 g⁻¹ (TACO, 2011).

A fração de zinco presente na farinha ficou entre 0,062 e 0,067 mg 100 g⁻¹, valores próximos foram determinados por Aguiar et al. (2010), que encontraram um conteúdo de 0,09 mg100 g⁻¹ desse mineral em farinha de sementes de acerola.

O cálcio foi o mineral presente em maior concentração nas farinhas, com valores entre 61,58 e 63,58 mg 100 g⁻¹. A necessidade diária desse mineral para um adulto é de 800 mg, logo uma porção de 100 g da farinha de acerola fornece em média 7,75% da ingestão diária de cálcio, podendo essa ser considerada uma boa fonte desse mineral, principalmente para pessoas com dieta restritiva a alimentos de origem animal.

O magnésio responde a segunda maior concentração dentre os minerais avaliados, com concentrações entre 6,20 a 6,6 mg 100 g⁻¹, o que corresponde a 2,34% da necessidade diária desse mineral para um adulto (IOM, 2000).

3.5 Atividade antioxidante

A Tabela 5 apresenta o percentual total da capacidade antioxidante em relação ao radical DPPH para as farinhas secas (40, 50 e 60 °C) e o resíduo úmido. Comparando com a capacidade antioxidante do resíduo úmido, as farinhas secas a 40, 50 e 60 °C apresentaram perdas de 49,00; 23,97 e 32,54% no percentual total da capacidade antioxidante, respectivamente (Tabela 5).

Amostra	Atividade Antioxidante (%) ¹
Farinha 40	34,689 ± 0,003 ^a
Farinha 50	51,682 ± 0,005 ^b
Farinha 60	45,851 ± 0,002 ^c
Resíduo	67,971 ± 0,003 ^d

Tabela 5. Percentual total da capacidade antioxidante em relação ao radical DPPH. 1Média ± desvio padrão (n=3); Letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Estudos recentes com frutas e hortaliças relataram perda de compostos antioxidantes, como compostos fenólicos e carotenoides, devido as mudanças estruturais provocadas por métodos de processamento como a secagem (TEWOLDE-BERHAN et al., 2015).

A secagem a 40°C, apesar de ser a menor temperatura avaliada, foi conduzida por um tempo superior as demais temperaturas, com maior duração da fase de secagem a taxa constante e com isso, o arraste de compostos nessa fase também foi mais elevado devido a difusividade da água do interior do sólido para superfície, contribuindo com a destruição dos compostos antioxidantes. Para a temperatura de 60 °C, embora o tempo de secagem seja menor, a temperatura elevada contribuiu com a destruição dos compostos com atividade antioxidante.

A farinha seca a 50°C preservou a maior parte dos compostos com atividade antioxidante, mostrando o potencial desse subproduto em relação a sua funcionalidade como antioxidante e proporcionando uma operação ideal de secagem. A operação ocorreu a uma taxa mais constante do que a secagem a 40°C, proporcionando um menor tempo de exposição e uma temperatura mais baixa e menos agressiva a sensibilidade dos compostos.

4 | CONCLUSÕES

O tratamento do resíduo do suco de acerola através da operação de secagem é uma alternativa viável e representa uma estratégia de produção mais sustentável, pois transforma um produto destinado ao descarte em farinha com composição nutricional considerável.

Os efeitos das temperaturas sobre a atividade antioxidante, o teor de fibras, a porcentagem de acidez total titulável e o teor de umidade foram significativos. Sendo a temperatura de 40°C considerada ideal para preservar o teor de fibras e a temperatura de 50°C indicada para preservação de compostos com capacidade antioxidante presentes no resíduo úmido.

A farinha do resíduo da acerola apresenta grande potencial aplicação em alimentos como, por exemplo, em barra de cereais, bolos, entre outros.

Os modelos de Page e Midili representaram satisfatoriamente as curvas cinéticas de secagem do resíduo de acerola em todas as temperaturas investigadas (40, 50 e 60°C) e por isso podem ser indicados para a simulação, otimização e controle do processo de secagem.

5 | AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, T. M. et al. **Caracterização química e avaliação do valor nutritivo de sementes de acerola**. Brazilian Journal of Food and Nutrition, v. 35, n. 2, p. 91–102, 2010.

AOAC. **Official Methods of Analysis of AOAC International**, 17. ed. Association of Official Analysis Chemists International, 2012.

BELWAL, T. et al. **Phytopharmacology of Acerola (Malpighia spp.) and its potential as functional food**. Trends in Food Science and Technology, v. 74, p. 99–106, 2018.

BERTAGNOLLI, S. M. M. et al. **Bioactive compounds and acceptance of cookies made with Guava peel flour**. Food Science and Technology, v. 34, n. 2, p. 303–308, 2014.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. **Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity**. LWT - Food Science and Technology, v. 28, n. 1, p. 25–30, 1995.

BRASIL. ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC no 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar**. Diário Oficial da União, 2012.

BRASIL. ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Dispõe sobre o Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos**. Diário Oficial da União, 2005.

BULTOSA, G. **Functional foods: dietary fibers, prebiotics, probiotics, and synbiotics**. In: WRIGLEY, C. W.; CORKE, H.; SEETHARAMAN, K.; FAUBION, J. Encyclopedia of food grains: Nutrition and food grains. 2 ed. UK: Academic Press, 2016. cap. 2, p. 11-16.

CHANDRA, P.K. AND SINGH, R.P. **Applied numerical methods for food and agricultural engineers**. 1 ed. Boca Raton: CRC Press, 1995. 512 p.

DUZZIONI, A. G. et al. **Effect of drying kinetics on main bioactive compounds and antioxidant activity of acerola (Malpighia emarginata D.C.) residue**. International Journal of Food Science and Technology, v. 48, n. 5, p. 1041–1047, 2013.

ELLEUCH, M. et al. **Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review**. Food Chemistry, v. 124, n. 2, p. 411–421, 2011.

ERBAY, Z.; ICIER, F. **A review of thin layer drying of foods: Theory, modeling, and experimental results**. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, v. 50, n. 5, p. 441–464, 2010.

IOM. Institute of Medicine. **Dietary reference intake for vitamin and minerals**. 2000.

JAESCHKE, D. P.; MARCZAK, L. D. F.; MERCALI, G. D. **Evaluation of non-thermal effects of electricity on ascorbic acid and carotenoid degradation in acerola pulp during ohmic heating**. Food Chemistry, v. 199, p. 128–134, 2016.

LEÃO, D. P. et al. **Physicochemical characterization, antioxidant capacity, total phenolic and proanthocyanidin content of flours prepared from pequi (Caryocar brasiliense Camb.) fruit by-products**. Food Chemistry, v. 225, p. 146–153, 2017.

LEWIS, W. K. **The rate of drying of solid materials**. Industrial & Engineering Chemistry, v. 13, p. 427-432, 1921.

MIDILLI, A.; KUCUK, H.; YAPAR, Z. **A new model for single-layer drying**. Drying technology, v. 20, n. 7, p. 1503-1513, 2002.

MILIAUSKAS, G.; VENSKUTONIS, P. R.; BEEK, T. A. V. **Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts**. Food Chemistry, v. 85, n. 2, p. 231-237, 2004.

MORGANO, M. A. et al. **Determinação de minerais em café cru**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 22, n. 1, p. 19-23, 2002.

NASCIMENTO, V. R. G.; BIAGI, J. D.; OLIVEIRA, R. A. de. **Modelagem matemática da secagem convectiva com radiação infravermelha de grãos de Moringa oleifera**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 19, n. 7, p. 686-692, 2015.

NÓBREGA, E. M. et al. **The impact of hot air drying on the physical-chemical characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity of acerola (Malpighia emarginata) residue**. Journal of Food Processing and Preservation, v. 39, n. 2, p. 131-141, 2015.

PAGE, G. E. **Factors influencing the maximum rates of air drying shelled corn in thin layer**. 1949. Thesis (Master of Science) - Purdue University, West Lafayette, Indiana, 1949.

RAMADAN, L.; DUARTE, C. R.; BARROZO, M. A. S. **A new hybrid system for reuse of agro-industrial wastes of acerola: dehydration and fluid dynamic analysis**. Waste and Biomass Valorization, v. 10, p. 2273-2283, 2018.

SILVA, P. B.; DUARTE, C. R.; BARROZO, M. A. S. **Dehydration of acerola (Malpighia emarginata D.C.) residue in a new designed rotary dryer: Effect of process variables on main bioactive compounds**. Food and Bioproducts Processing, v. 98, p. 62-70, 2016.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4. ed. Campinas: Nepa-Unicamp, 2011. 164 p.

TEWOLDE-BERHAN, S. et al. **Impact of drying methods on the nutrient profile of fruits of Cordia africana Lam. in Tigray, northern Ethiopia**. Fruits, v. 70, n. 2, p. 77-90, 2015.

WOJDYŁO, A. et al. **Chemical composition, antioxidant capacity, and sensory quality of dried jujube fruits as affected by cultivar and drying method**. Food Chemistry, v. 207, p. 170-179, 2016.

ZHAO C. et al. **Effects of domestic cooking process on the chemical and biological properties of dietary phytochemicals**. Trends in Food Science & Technology, v. 85, p. 55-66, 2019.

SOLUÇÕES MOBILE PARA ESTIMATIVA DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO APLICADOS AO MONITORAMENTO DE PASTAGENS

Data de aceite: 11/09/2020

Data de submissão: 10/06/2020

Victor Rezende Franco

Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF,
Juiz de Fora - MG.
<http://lattes.cnpq.br/8320886167123731>

Ricardo Guimarães Andrade

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -
EMBRAPA,
Juiz de Fora - MG.
<http://lattes.cnpq.br/7166723601852147>

Marcos Cicarini Hott

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -
EMBRAPA,
Juiz de Fora - MG.
<http://lattes.cnpq.br/4323745320559758>

Leonardo Goliatt da Fonseca

Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF,
Juiz de Fora - MG.
<http://lattes.cnpq.br/9030707448549156>

Domingos Sávio Campos Paciullo

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -
EMBRAPA,
Juiz de Fora - MG.
<http://lattes.cnpq.br/1691097768947077>

Carlos Augusto de Miranda Gomide

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -
EMBRAPA,
Juiz de Fora - MG.
<http://lattes.cnpq.br/9972841809182297>

RESUMO: O presente trabalho objetivou

desenvolver soluções mobile que usam as imagens capturadas a partir de sensores de câmera RGB para estimar índices de vegetação. Para tanto, foram obtidas fotos de parcelas experimentais de pastagem da espécie forrageira *Panicum maximum* cv. BRS Zuri, juntamente com dados amostrais de massa verde e seca. Todas as amostras foram automaticamente georreferenciadas por meio da função de localização GPS do smartphone. A regressão por equação de potência teve melhor ajuste para os índices MPRI e VARI relacionados com massa verde e seca, cujo coeficiente de correlação (r) variou entre 0,663 (VARI) e 0,727 (MPRI). A regressão por equação polinomial de segunda ordem teve melhor ajuste para os índices GLI e TGI relacionados com massa verde e seca, com r variando de 0,564 (TGI) a 0,766 (GLI). Assim, nessa primeira abordagem em campo, houve boa correlação da biomassa com os índices de vegetação, com melhores ajustes para os índices MPRI e GLI.

PALAVRAS-CHAVE: Aplicativo Mobile, massa de forragem, visão computacional.

MOBILE SOLUTIONS FOR VEGETATION INDICES ESTIMATES APPLIED TO PASTURE MONITORING

ABSTRACT: This study aimed to develop mobile solutions that use the images captured from RGB camera sensors to estimate vegetation indices. For that, were used photos of experimental plots of *Panicum* sp. and green and dry mass sampling data. All samples were automatically georeferenced using the smartphone's GPS location function. The regression by power

equation had a better fit for the MPRI and VARI indices related to green and dry mass, whose correlation coefficient (r) varied between 0.663 (VARI) and 0.727 (MPRI). Second order polynomial equation regression had a better fit for the GLI and TGI indices related to green and dry mass, with r ranging from 0.564 (TGI) to 0.766 (GLI). Thus, in this first field approach, there was a good correlation between biomass and vegetation indices, with better adjustments for the MPRI and GLI indices.

KEYWORDS: Mobile application, forage mass, computer vision.

1 | INTRODUÇÃO

Um quarto da superfície continental terrestre é coberta por áreas com aptidão ao cultivo de pastagens (FAO, 2018). Para promover a expansão sustentável da produção torna-se importante a implementação de mecanismos de controle e de manejo da pastagem com maior precisão. O monitoramento das condições de crescimento e vigor das plantas podem permitir a avaliação biofísica quanto à eficiência do uso da energia solar pelas pastagens. Entretanto, o levantamento de parâmetros biofísicos das pastagens é normalmente trabalhoso, exigindo grande quantidade de mão de obra para realizar as operações de coleta e preparo de amostras de forragem ou mão de obra especializada e recursos tecnológicos de difícil acesso.

Nos últimos anos tem sido fundamental o uso de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento na avaliação das condições das pastagens em larga escala e, por conseguinte, no auxílio em tomadas de decisões voltadas para melhoria dos sistemas produtivos (Andrade et al., 2015).

A tecnologia da informação, integrada à pecuária, tem contribuído para o aperfeiçoamento do setor. Com a crescente busca por métodos que consigam aumentar a acurácia e rapidez da mensuração de fenótipos das pastagens e do comportamento destas com diferentes tratamentos e condições ambientais, estas novas tecnologias tem muito a oferecer para um melhor manejo das pastagens, de forma a otimizar sua capacidade de suporte.

De acordo com Santos (2017), técnicas que utilizem visão computacional e processamento de imagens são essenciais para a evolução na área de fenotipagem. Como são técnicas pouco invasivas e não destrutivas destinadas à captura das características das plantas por sensoriamento remoto e respostas do tecido vegetal à incidência de radiação, em faixas do espectro eletromagnético e em comprimentos de onda específicos, estas possibilitam análises mais dinâmicas ao longo dos estágios de desenvolvimento da vegetação.

Conforme Klering et al. (2013), os índices de vegetação resultam de combinações de valores de reflectância em dois ou mais intervalos de comprimento de onda. O uso de índices de vegetação oriundos de imagens providas de satélites é muito comum para o monitoramento de variáveis biofísicas no ambiente agrícola. Além disso, esses índices

podem ser utilizados para calcular alguns parâmetros, tais como índice de área foliar, biomassa e atividade fotossintética. Porém, o uso de satélites pode ser oneroso quando se deseja avaliar em escala mais detalhada ou pequenas áreas como um piquete de pastagem.

Atualmente, aparelhos smartphones ou mobiles são financeiramente muito acessíveis e possuem uma boa difusão no meio agropecuário (GICHAMBA e LUKANDU, 2012). Com o advento de novas tecnologias mobiles se tornou possível a captura e processamento de imagens através destes aparelhos, e ainda o georreferenciamento das imagens capturadas, bem como o armazenamento desses dados, possibilitando a análise dessas informações.

O objetivo desta pesquisa foi desenvolver uma aplicação mobile que possibilite, por meio de imagens georreferenciadas pelo software, estimar índices de vegetação que utilizam comprimentos de onda do espectro visível e, por conseguinte, correlacioná-los com a biomassa de pastagem da espécie forrageira *Panicum maximum* cv. BRS Zuri.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do trabalho foi utilizado o ambiente de desenvolvimento Android Studio versão 3.5.3. O algoritmo foi implementado utilizando a linguagem Java com o auxílio da biblioteca OpenCV, para recursos de interface do aplicativo a XML (eXtensible Markup Language) e banco de dados SQLite. Foram implementados os índices: MPRI (Modified Photochemical Reflectance Index, proposto por Yang et al., 2008), TGI (Triangular Greenness Index, proposto por HUNT et al., 2013), GLI (Green Leaf Index, proposto por LOUHAICHI et al., 2001), e VARI (Visible Atmospherically Resistant Index, proposto por GITELSON et al., 2002), respectivamente descritos pelas equações:

$$MPRI = \frac{(G - R)}{(G + R)} \quad (1)$$

$$TGI = G - (0,39 \times R) - (0,61 \times B) \quad (2)$$

$$GLI = \frac{(2 \times G - R - B)}{(2 \times G + R + B)} \quad (3)$$

$$VARI = \frac{(G - R)}{(G + R - B)} \quad (4)$$

Em que, R são os dados da imagem para a região do espectro da luz referente a cor vermelha; G os dados da imagem referente a região do espectro da luz representada

pela cor verde; e B os dados da imagem que são captados na região do espectro de luz referente a cor azul.

O algoritmo desenvolvido nesse estudo foca na obtenção dos dados RGB (R: red, G: green, B: blue), pois esta é a faixa do espectro normalmente capturada pelas câmeras de celulares. O algoritmo efetua a captura dos dados RGB e realiza o cálculo do índice solicitado para cada pixel. Em seguida, armazena esses dados em uma matriz e obtém os maiores e menores valores do índice na imagem. No passo seguinte se realiza a média de todos os valores da matriz, obtendo também as coordenadas da imagem através da função de localização GPS do smartphone. Quando o usuário clica na imagem ainda é capaz de obter as coordenadas e o índice calculado para aquele ponto específico, sendo que todas essas informações são armazenadas no banco de dados.

Na tela de captura de índices de vegetação, para cada função implementada o aplicativo mostra o valor máximo e mínimo do índice na imagem, o valor médio, desvio padrão dos valores, latitude, longitude e altitude onde a imagem foi capturada e uma imagem onde os pontos com maiores valores do índice são coloridos de vermelho e os menores valores, de azul, sendo todos os pixels coloridos de forma linear, de acordo com o respectivo índice. O usuário pode ainda obter o valor de um ponto específico clicando na imagem; usar uma imagem nova clicando no botão “TIRAR FOTO”, onde o mesmo tem a opção de usar uma imagem da galeria ou fazer uma captura nova; solicitar que o aplicativo realize e mostre os dados do cálculo do índice de vegetação anteriormente selecionado para a imagem clicando em “CALCULAR”; e ainda fazer as duas coisas, ou seja, clicar em “TIRAR FOTO E CALCULAR”. A Figura 1 representa a aplicação do índice MPRI para análise de uma imagem capturada.

No presente estudo foram feitas 3 fotografias com 3 diferentes dispositivos mobile em 30 parcelas escolhidas de maneira aleatória, totalizando 90 fotografias, todas as fotografias foram feitas de maneira ortogonal a uma altura em relação à superfície que variou entre 1,0 e 1,4 m. As plantas tinham altura variável, sendo as mais altas ao redor de 80 cm. As imagens óticas da vegetação de pastagens foram obtidas em área experimental da Embrapa Gado de Leite, município de Coronel Pacheco-MG, durante a estação do verão (fevereiro de 2020), período que a vegetação normalmente apresenta maior vigor.

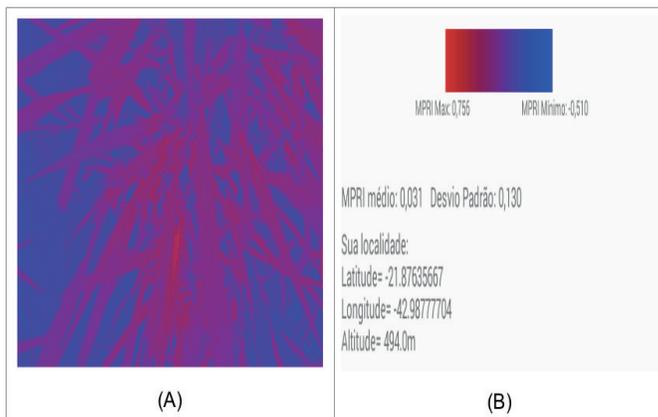


Figura 1. Captura do índice MPRI pelo aplicativo. Imagem resultante MPRI (A); Dados referentes ao índice e localização (B).

Na Figura 2 podem ser visualizados exemplos de fotos das pastagens em parcelas experimentais de capim-zuri. Foram retiradas amostras de todas as parcelas fotografadas em área de 0,5 m². Posteriormente, as amostras tiveram a contabilização do peso verde e seco. O peso da massa seca foi efetuado após secagem das amostras em estufa, a 55°C, por 72 horas. Na sequência, os dados de cada parcela foram extrapolados para kg.ha⁻¹.



Figura 2. Exemplos de fotografias tiradas em campo.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando a plataforma gratuita do software Android Studio, foi desenvolvida uma primeira versão de um aplicativo para dispositivos com sistema operacional Android. Este sistema operacional foi escolhido, pois segundo dados do IDC (International Data Corporation), o Android está presente em aproximadamente 85% dos smartphones (IDC, 2020). O aplicativo foi desenvolvido buscando um design intuitivo e amigável. A Figura 3 representa a tela inicial do aplicativo. O aplicativo foi eficiente em realizar o georreferenciamento das imagens, em calcular os índices de vegetação propostos no trabalho e armazenar esses dados.



Figura 3. Tela inicial do aplicativo.

Ainda foi analisada a correlação dos índices MPRI, GLI, VARI e TGI com as massas verde e seca das pastagens fotografadas. Para cada índice foram feitos diferentes tipos de regressões, tanto relacionando os índices com a massa verde como com a massa seca. Para cada função de espalhamento obtida foram realizadas regressões do tipo: exponencial, linear, logarítmica, polinomial de segunda ordem e potencial. A Tabela 1 apresenta as regressões que melhor se ajustaram a função de espalhamento e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e correlações de Pearson (r) para a massa verde e seca.

Os índices TGI e VARI apresentaram as menores correlações tanto com a massa

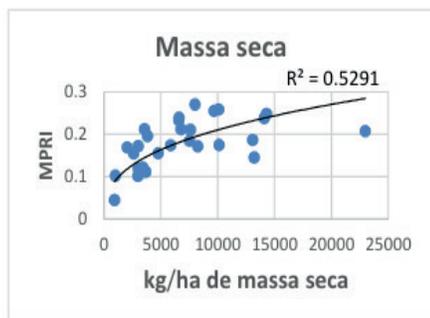
verde como para a massa seca, sendo os seus coeficientes de correlação de Pearson considerados como moderados.

Índice de vegetação	Coeficiente de determinação (R ²)		Correlação de Pearson (r)		Melhor ajuste
	Massa verde	Massa seca	Massa verde	Massa seca	
MPRI	0,507	0,529	0,712	0,727	Potencial
GLI	0,543	0,587	0,737	0,766	Polinomial (2º ordem)
VARI	0,439	0,467	0,663	0,683	Potencial
TGI	0,369	0,318	0,607	0,564	Polinomial (2º ordem)

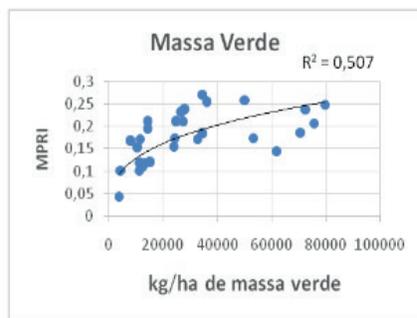
Tabela 1. Ajustes entre índices de vegetação e dados de massa verde e seca

Os índices MPRI e GLI apresentaram coeficiente de correlação de Pearson considerado como forte para ambos os parâmetros estudados, mostrando assim, que todos os índices são promissores para analisar massa verde e biomassa em campo, porém, os índices MPRI e GLI apresentaram melhores ajustes. A Figura 4 mostra a função espalhamento e a respectiva regressão feita para os índices avaliados no presente estudo.

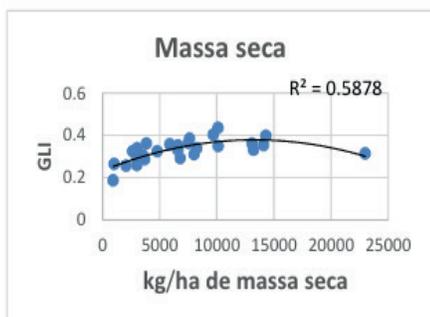
Como próxima etapa do estudo pretende-se levantar mais amostras em diferentes épocas do ano; analisar outros parâmetros como índice de área foliar (IAF) e calcular a correlação dos parâmetros com outros índices de vegetação do espectro visível.



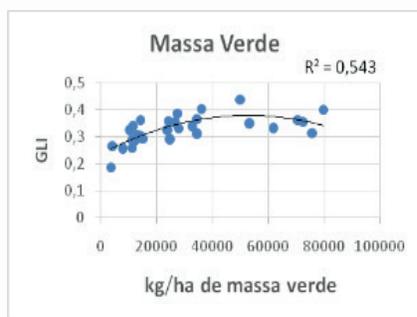
(A)



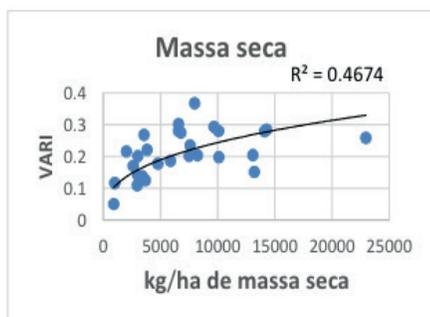
(B)



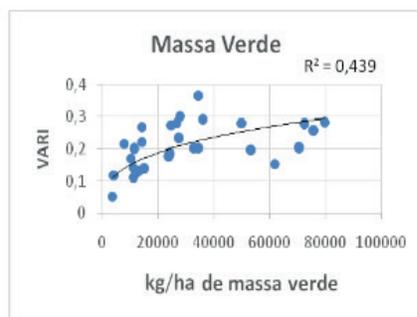
(C)



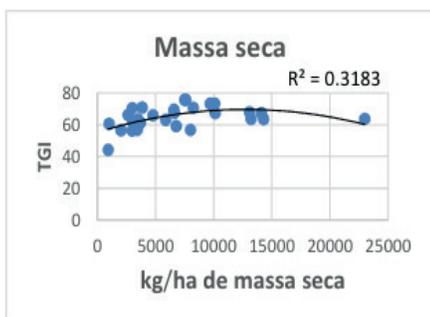
(D)



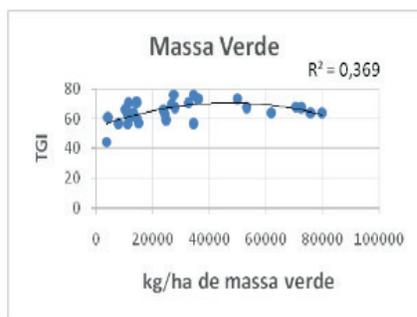
(E)



(F)



(G)



(H)

Figura 4. Função espalhamento e regressão entre índices de vegetação e biomassa em pastagem de *Panicum maximum*. MPRI x Massa seca (A), MPRI x Massa verde (B), GLI x Massa seca (C), GLI x Massa verde (D), VARI x Massa seca (E), VARI x Massa verde (F), TGI x Massa seca (G), TGI x Massa verde (H).

4 | CONCLUSÕES

O trabalho mostra que é possível obter índices de vegetação para bandas do espectro visível em campo, e em tempo real, com equipamento mobile de baixo custo e alta acessibilidade e simplicidade de manuseio.

Os índices de vegetação MPRI, TGI, GLI e VARI apresentaram boa correlação com a massa verde e seca, com destaque para os índices MPRI e GLI que nesse estudo apresentaram as melhores correlações com os dados de biomassa do *P. maximum*, podendo servir como base para implementação de algoritmo voltado para estimativa de biomassa. O aplicativo desenvolvido e índices implementados poderão auxiliar tanto no manejo das pastagens como em pesquisas na área de fenotipagem em diversas fases de crescimento das plantas.

5 | AGRADECIMENTOS

À Embrapa Gado de Leite pela oportunidade em realizar as atividades de pesquisa no âmbito do projeto Residência Zootécnica Digital (RZD).

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. G.; TEIXEIRA, A. H. de C.; LEIVAS, J. F.; NOGUEIRA, S. F.; SILVA, G. B. S. da; VICTORIA, D. de C.; FACCO, A. G. **Estimativa da evapotranspiração e da biomassa de pastagens utilizando o algoritmo SAFER e imagens MODIS**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17., 2015, João Pessoa. Anais... São José dos Campos: INPE, 2015. p. 3664-3670.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. **Animal Production and Health Division (AGA)**. Shaping the future of livestock: Sustainably, responsibly, efficiently. The 10th Global Forum for Food and Agriculture (GFFA), Berlin, 18-20 January 2018. 20p. Disponível em: <<http://www.fao.org/publications/card/en/c/l8384EN/>>. Acesso em: 29 mai. 2020.
- GICHAMBA, A.; LUKANDU, I. A. **A Model for designing M-Agriculture Applications for Dairy Farming**. The African Journal of Information Systems, v. 4, n. 4, p. 120-136, 2012.
- GITELSON, A. A.; KAUFMAN, Y. J.; STARK, R.; RUNDQUIST, D. **Novel Algorithms for Remote Estimation of Vegetation Fraction**. Remote Sensing of Environment, v. 80, n. 1, p. 76-87, 2002.
- HUNT, E. R. et al. **A visible band index for remote sensing leaf chlorophyll content at the canopy scale**. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, v. 21, p. 103-112, 2013.
- IDC. International Data Corporation. **Smartphone market share**. Updated: 02 Apr 2020. Disponível em: <<https://www.idc.com/promo/smartphone-market-share/os>>. Acesso em: 29 mai. 2020.
- LOUHAICHI, M.; BORMAN, M. M.; JOHNSON, D. E. **Spatially Located Platform and Aerial Photography for Documentation of Grazing Impacts on Wheat**. Geocarto International, v. 16, n. 1, p. 65-70, 2001.

KLERING, E. V.; FONTANA, D. C.; ALVES, R.; ROCHA, J.; BERLATO, M. A. **Estimativa de área cultivada com arroz irrigado para o estado do Rio Grande do Sul a partir de imagens Modis.** *Ciencia e Natura*, v. 35, n. 2, p. 126-135, 2013.

SANTOS, M. R. **Desenvolvimento de um sistema de visão computacional para fenotipagem de alta precisão.** 2017. 90 f. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2017.

SANTOS, T. T.; YASSITEPE, J. E. C. T. **Fenotipagem de plantas em larga escala: um novo campo de aplicação para a visão computacional na agricultura.** In: MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; ROMANI, L. A. S. (Ed.). *Tecnologias da informação e comunicação e suas relações com a agricultura.* Brasília, DF: Embrapa, 2014. Cap. 5. p. 85-100.

YANG, Z.; WILLIS, P.; MUELLER, R. **Impact of band-ratio enhanced AWIFS image to crop classification accuracy.** In: *Pecora – The Future of Land Imaging... Going Operational*, 17. 2008, Denver, Colorado, USA. *Proceedings...* Maryland: (ASPRS), 2008. 11p. Disponível em: <<http://www.asprs.org/a/publications/proceedings/pecora17/0041.pdf>>. Acesso em: 29 mai. 2020.

AGRICULTURA FAMILIAR E DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL

Data de aceite: 11/09/2020

Data de submissão: 05/06/2020

Márcia Hanzen

Universidade Estadual do Oeste do Paraná –
UNIOESTE,
Medianeira - PR.
<http://lattes.cnpq.br/9462909297410600>

Sandra Maria Coltre

Universidade Estadual do Oeste do Paraná –
UNIOESTE,
Cascavel - PR.
<http://lattes.cnpq.br/7080243319528079>

Nardel Luiz Soares

Universidade Estadual do Oeste do Paraná –
UNIOESTE,
Marechal Candido Rondon - PR.
<http://lattes.cnpq.br/9766602895767413>

Flávia Piccinin Paz Gubert

Universidade Estadual do Oeste do Paraná –
UNIOESTE,
Santa Helena - PR.
<http://lattes.cnpq.br/2129700010819248>

Jonas Felipe Recalcatti

Universidade Estadual do Oeste do Paraná –
UNIOESTE,
Medianeira - PR.
<http://lattes.cnpq.br/3664073760560582>

RESUMO: Este estudo de cunho bibliográfico discute contribuição da agricultura familiar para o desenvolvimento rural sustentável, passando pelo desenvolvimento incluyente, economia solidária e a agricultura familiar, agregadora de valor no

cotidiano da vida no campo. O desenvolvimento sustentável é um conceito que expressa, em apenas duas palavras, preocupação com o meio ambiente, com os atuais habitantes da Terra e com as gerações futuras. Relaciona o homem com seu planeta, declara que é responsável pelo equilíbrio desta convivência e, principalmente, pelas consequências futuras de seus atos. Conclui-se que o desenvolvimento rural sustentável no âmbito da agricultura familiar é medida que se impõe no atual contexto.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento rural, sustentabilidade, inclusão social, agricultura familiar.

FAMILY AGRICULTURE AND SUSTAINABLE RURAL DEVELOPMENT

ABSTRACT: This bibliographical study discusses the contribution of family agriculture to sustainable rural development, including inclusive development, solidarity economy and family farming, value added in the daily life of rural life. Sustainable development is a concept that expresses, in just two words, concern for the environment, with the present inhabitants of Earth and with future generations. It relates man to his planet, states that he is responsible for the balance of this coexistence and, mainly, for the future consequences of his actions. It is concluded that sustainable rural development in the context of family farming is a measure that is imposed in the current context.

KEYWORDS: Rural development, Sustainability, Social inclusion, Family farming.

1 | INTRODUÇÃO

O desenvolvimento não está ligado exclusivamente à ideia de acúmulo de capital, no qual o impulso é dado pelo progresso tecnológico, devendo levar em conta o contexto social, cultural e sustentável. “Uma sociedade só pode ser considerada sustentável se ela mesma, por seu trabalho e produção, tornar-se mais e mais autônoma. Se tiver superado níveis agudos de pobreza ou tiver condições de crescentemente diminuí-la” (BOFF, 2015, p.128).

O presente artigo tem a finalidade de analisar o desenvolvimento rural sustentável em conjunto com a agricultura familiar.

Para construção do estudo pretende analisar o desenvolvimento e a sustentabilidade, passando a analisar a agricultura familiar no processo de sustentabilidade e desenvolvimento. Permeia o estudo, desenvolvimento incluyente e a economia solidária como meio para o fim da sustentabilidade e sua inclusão no âmbito da agricultura familiar.

2 | DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O desenvolvimento sustentável é um conceito que expressa, em apenas duas palavras, preocupação com o meio ambiente, com os atuais habitantes da Terra e com as gerações futuras. Relaciona o homem com seu planeta, declara que é responsável pelo equilíbrio desta convivência e, principalmente, pelas consequências futuras de seus atos.

Sachs (2008, p.25) ressalta que “o desenvolvimento não se presta a ser encapsulado em fórmulas simples. A sua multidimensionalidade e complexidade explicam o seu caráter fugidivo.” Ao longo dos anos o conceito tem incorporado experiências positivas e negativas que o fizeram evoluir, refletindo todas as mudanças que vem acontecendo na sociedade, na política e nas “modas intelectuais”.

Para Sen (2017), uma concepção adequada de desenvolvimento deve ir além da acumulação de riqueza e do crescimento do Produto Interno Bruto e de outras variáveis relacionadas à renda. Sem desconsiderar a importância do crescimento econômico, precisamos enxergar muito além dele.

Ainda para Sen (2017, p.29), “o desenvolvimento tem de estar relacionado, sobretudo com a melhoria da vida que levamos e das liberdades que desfrutamos”. A desigualdade entre mulheres e homens afeta – e às vezes encerra prematuramente – a vida de milhões de mulheres e, de modos diferentes, restringe em altíssimo grau as liberdades substantivas para o sexo feminino.

Segundo Sachs (2008), a evolução da ideia de desenvolvimento, no último meio século, apontando para a sua complexificação, representada pela adição de sucessivos adjetivos, econômico, social, político, cultural, sustentável – e, o que é mais importante, pelas novas problemáticas.

O Relatório Brundtlan da CMMAD (1988) define D.S como “[...] aquele que atende

às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades” (BARBOSA, 2008. p.02). E acrescenta que para haver um desenvolvimento sustentável é necessário que todos tenham suas necessidades básicas atendidas e lhes sejam proporcionadas oportunidades de concretizar suas aspirações a uma vida melhor. Para Boff (2015, p.128), “uma sociedade só pode ser considerada sustentável se ela mesma, por seu trabalho e produção, tornar-se mais e mais autônoma. Se tiver superado níveis agudos de pobreza ou tiver condições de crescentemente diminuí-la. Se seus cidadãos estiverem ocupados em trabalhos significativos”.

Considerando a visão do setor agrícola, Martins (1995) cita o documento “Diretrizes de Política Agrária e Desenvolvimento Sustentável para o Brasil” apresentado em 1994 pela FAO/INCRA, que enfatiza a dimensão social da sustentabilidade, e propõe que para alcançá-lo, a sociedade brasileira deveria optar pelo fortalecimento e expansão da agricultura familiar através de um programa de políticas públicas como forma de reduzir os problemas sociais, englobando políticas agrícolas, industriais e agrárias de curto, médio e longo prazo (FAO/INCRA, 1994) (MARTINS apud ONU, 1995).

Em 1986, a *World Found for Nature* promoveu a Conferência de Otawa, na qual ficaram estabelecidos alguns princípios básicos do Desenvolvimento Rural Sustentável, que, conforme Martins (1995) são a integração entre conservação e desenvolvimento, a satisfação das necessidades básicas humanas, o alcance da equidade e justiça social, o fornecimento da autodeterminação social e diversidade cultural e a manutenção da integração ecológica.

Posteriormente, Baroni (1992) redelineou tais princípios, descartando a questão da equidade com justiça social. Então, os princípios passaram a ser o crescimento renovável, a mudança de qualidade do crescimento, a satisfação das necessidades essenciais de alimentação, energia, água, saneamento básico e emprego, a garantia de um nível sustentável de população, a conservação e proteção da base de recursos, a reorientação da tecnologia e gestão de risco e a reorientação das relações econômicas.

Estes princípios passaram a ser adotados por organismos e entidades internacionais de fomento na área do meio ambiente.

Assim, contempla-se o desenvolvimento sustentável como necessário e contínuo no meio social e ambiental, uma vez que promove o crescimento econômico e, acima de tudo, o bem maior que é a qualidade de vida para todos.

2.1 Sustentabilidade

O processo de sustentabilidade representa um marco de evolução e transformação necessária ao planeta. Representa um “processo de transformação no qual a exploração dos recursos, direção dos investimentos, orientação do desenvolvimento tecnológico e mudanças institucionais se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas.” (COMISSÃO MUNDIAL DE

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL).

BOFF (1999, p.137), preconiza que “sustentável é a sociedade ou o planeta que produz o suficiente para si e para os seres dos ecossistemas onde se situa; que toma da natureza somente o que ela pode repor; que mostra um sentido de solidariedade generacional ao preservar para as sociedades futuras os recursos naturais de que elas precisarão”.

Na análise de Boff (1999), seria necessário debater sobre sociedade sustentável, considerando o tipo de desenvolvimento que se deve promover muito mais do que simplesmente impor limites ao crescimento.

De acordo com Carvalho *apud* Pires (1997), sustentabilidade é a relação entre os sistemas econômicos dinâmicos e os sistemas ecológicos mais abrangentes, também dinâmicos, mas com mudanças mais lentas, na qual a vida humana possa continuar indefinidamente; as individualidades humanas possam florescer; a cultura humana possa desenvolver-se e os efeitos das atividades humanas permaneçam dentro dos limites, a fim de que não destruam a diversidade, a complexidade e as funções do sistema ecológico de suporte da vida.

Para se planejar o desenvolvimento sustentável, deve-se considerar as oito dimensões, sendo elas a da homogeneidade social, a cultura que visa o equilíbrio entre respeito a tradições e inovações, a ecológica apontada na preservação do capital da natureza, a ambiental que busca respeitar e realçar a capacidade de autodepuração dos ecossistemas naturais, a territorial apontada nas configurações urbanas e rurais balanceadas; melhoria do ambiente urbano; a econômica baseada no desenvolvimento econômico intersetorial equilibrado; a política nacional baseada na democracia definida em termos de apropriação universal dos direitos humanos; e a política internacional - eficácia do sistema de prevenção de guerras da ONU, na garantia da paz e na promoção da cooperação internacional [...] (SACHS, 2002).

Esta visão de Sachs (2002 e 2008), considerando as oito dimensões, leva a uma reflexão sobre o que realmente é a sustentabilidade nas ações do cotidiano, em especial nas pequenas propriedades da agricultura familiar.

Trata-se de um conjunto de variáveis em torno da realidade social, econômica, ecológica, cultural e espacial desta propriedade e, principalmente, da comunidade onde ela está inserida considerando estas mesmas dimensões. Portanto, o conhecimento destas variáveis auxilia o entendimento como o desenvolvimento pode ser incluyente no contexto da economia solidária.

2.2 Desenvolvimento incluyente e economia solidária

A maneira natural de definir o desenvolvimento incluyente, segundo Sachs (2008, p.38), “é por oposição ao padrão de desenvolvimento perverso, conhecido como excluyente do mercado de consumo, e concentrador de renda e riquezas”. A inclusão então passa a

ser elemento essencial para que o desenvolvimento seja de fato sustentável, de forma a distribuir melhor a renda e tornar o consumo um direito de todos.

O desenvolvimento incluyente “requer, acima de tudo, a garantia do exercício dos direitos civis, cívicos e políticos”, complementa Sachs (2008, p.39). Nessa ótica, isso inclui também o conceito de democracia como sendo essencial para o exercício da democracia, com o direito a uma educação capaz de garantir a inclusão através do conhecimento.

A educação é essencial para o desenvolvimento, pelo seu valor intrínseco, na medida em que contribui para o despertar cultural, a conscientização, a compreensão dos direitos humanos, aumentando a adaptabilidade e o sentido de autonomia, bem como autoconfiança e autoestima.

Há no entanto, uma outra alternativa. A economia solidária é ou poderá ser mais do que mera resposta à incapacidade do capitalismo de integrar em sua economia todos os membros da sociedade desejosos e necessitados de trabalhar. Ela poderá o que em seus primórdios foi concebida para ser: uma alternativa superior ao capitalismo. Superior não em termos econômicos, ou seja, que as empresas solidárias regularmente superariam, suas congêneres capitalistas, oferecendo aos mercados produtos ou serviços melhores em termos de preço e/ou qualidade. A economia solidária foi concebida para ser uma alternativa superior por proporcionar às pessoas que a adotam, enquanto produtoras, poupadoras, consumidoras etc., uma vida melhor (SINGER, 2002, p.114).

Em outras palavras, a economia deve ser melhor tanto para quem a produz como para quem a consome. O objetivo não é competir com o consumismo concentrador de renda e riquezas; mas literalmente ser uma economia solidária, preocupada mais em produzir uma vida melhor para todos os envolvidos do que crescer nos gráficos de produção do mundo capitalista.

Analisando com um olhar mais amplo as oito dimensões do desenvolvimento sustentável de Sachs (2002), (2008), percebe-se que tudo está interligado. Não há como promover um desenvolvimento incluyente sem considerar o desenvolvimento de cada dimensão em sua forma individual, e depois transportá-la para o que representa coletivamente, com uma visão solidária da economia.

3 | DO SUSTENTÁVEL AO RURAL SUSTENTÁVEL

Navarro (2001) explica que existem diferenças entre desenvolvimento sustentável e desenvolvimento rural. Destaca estes dois conceitos e suas diferenças mais preponderantes. Ressalta que:

A definição do que seja exatamente “desenvolvimento rural”, em tais ações, igualmente tem variado ao longo do tempo, embora normalmente nenhuma das propostas deixe de destacar a melhoria do bem-estar das populações rurais como o objetivo final desse desenvolvimento.” (NAVARRO, 2001, p.88)

Já para definir “desenvolvimento rural sustentável”, Navarro (2001) ressalta que é uma expressão que:

Surgiu em meados dos anos 80 a partir da crescente difusão da expressão mais geral, “desenvolvimento sustentável”. Embora muitos autores e instituições pretendam atribuir a esta um sentido politicamente mais consequente do que a anterior (desenvolvimento rural), incorporando noções, por exemplo, de equidade social ou, mais ambiciosamente, atribuindo alguma suposta relação entre formas de organização social das famílias rurais mais pobres, fruto de “conscientização”, e desenvolvimento rural sustentável, o foco central, neste caso, é bastante claro e mais limitado.

(...) O “sustentável” aqui refere-se tão somente aos padrões ambientais requeridos em ações movidas sob a ótica do desenvolvimento rural. (NAVARRO, 2001, p.89)

Boff (1999), em sua fala sobre o cuidado, coloca algumas questões que nos remetem a uma profunda reflexão sobre a natureza humana e a sustentabilidade. Para ele, o cuidado entra na natureza e na constituição do ser humano e há de estar presente em tudo. É um fenômeno que é a base possibilitadora da existência humana enquanto humana.

Cuidamos da aura boa que deve inundar cada cômodo, o quarto, a sala e a cozinha. Zelamos pelas relações de amizade com os vizinhos e de calor com os hóspedes. Desvelamo-nos para que a casa seja um lugar de benquerença, deixando saudades quando partimos e despertando alegria quando voltamos. Alimentamos uma atitude geral de diligência pelo estado físico da casa, pelo terreno e pelo jardim. Ocupamo-nos do gato e do cachorro, dos peixes e dos pássaros que povoam nossas árvores. Tudo isso pertence à atitude do cuidado material, pessoal, social, sociológico e espiritual da casa. (BOFF, 1999. p 33)

Salienta ainda, que “o ser humano é um ser de cuidado, mais ainda, sua essência se encontra no cuidado. Colocar cuidado em tudo o que projeta e faz, eis a característica singular do ser humano” (BOFF, 1999. p.35).

Navarro (2001, p.3) entra nesta questão dando ênfase ao que ele chama de ambiente social. “Desenvolvimento Rural é entendido como uma ação previamente articulada que induz (ou pretende induzir) mudanças em um determinado ambiente social”.

Abramovay (2000) corrobora com Navarro (2001), quando afirma que:

A ruralidade não é uma etapa do desenvolvimento social a ser superada com o avanço do progresso e da urbanização. Ela é e será cada vez mais um valor para as sociedades contemporâneas. É em torno deste valor — e não somente de suas atividades econômicas setoriais — que se procuraram aqui as características mais gerais do meio rural: relação com a natureza, regiões não-densamente povoadas e inserção em dinâmicas urbanas. A importância entre nós da agricultura não deve impedir uma definição territorial do desenvolvimento e do meio rural (ABRAMOVAY, 2000. p. 26-27).

Baudel Wanderley (2001, p.32) em seu trabalho sobre “A ruralidade no Brasil moderno”

traz para esta discussão a visão de que o rural não é um espaço isolado, com normas e lógicas de funcionamento exclusivas, mas “este mundo rural mantém particularidades históricas, sociais, culturais e ecológicas, que o recortam como uma realidade própria, da qual fazem parte, inclusive, as próprias formas de inserção na sociedade que o engloba”.

Enquanto um espaço físico diferenciado, Baudel Wanderley (2001, p.32) referencia “a construção social do espaço rural, resultante especialmente da ocupação do território, das formas de dominação social que tem como base material a estrutura de posse e uso da terra e outros recursos naturais, como a água, da conservação e uso social das paisagens naturais e construídas e das relações campo-cidade”.

O espaço rural também deve ser considerado “enquanto um lugar de vida, isto é, lugar onde se vive e lugar de onde se vê e se vive o mundo”, diz Baudel Wanderley (2001, p.32). Este novo olhar sobre o rural e seu cotidiano amplia a noção de ruralidade, não apenas como o uso da terra, mas como a vivência do rural e a própria apreensão do mundo a partir do rural.

4 | AGRICULTURA FAMILIAR NO CONTEXTO DA SUSTENTABILIDADE

A agricultura familiar é tão antiga quanto a atividade agrícola, que sempre foi pautada no núcleo familiar rural, que tinha no patriarca o papel do provedor, na mulher o papel doméstico e das culturas de subsistência, e dos filhos como mão-de-obra braçal.

Segundo Schneider,

A incorporação e a afirmação da noção de agricultura familiar mostrou-se capaz de oferecer guarida a um conjunto de categorias sociais, como, por exemplo, assentados, arrendatários, parceiros, integrados à agroindústrias, entre outros, que não mais podiam ser confortavelmente identificados com as noções de pequenos produtores ou, simplesmente, de trabalhadores rurais. (SCHNEIDER 2003, p.100)

Essa classificação ampliou as atividades dos agricultores rurais, trazendo para dentro da agricultura familiar as categorias afins que estavam mais próximas, mas não necessariamente iguais.

De outro lado, a afirmação da agricultura familiar no cenário social e político brasileiro está relacionada à legitimação que o Estado lhe emprestou ao criar, em 1996, o Pronaf (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar). Esse programa, formulado como resposta às pressões do movimento sindical rural desde o início dos anos de 1990, nasceu com a finalidade de prover crédito agrícola e apoio institucional às categorias de pequenos produtores rurais que vinham sendo aliçados das políticas públicas ao longo da década de 1980 e encontravam sérias dificuldades de se manter na atividade. (SCHNEIDER. 2003, p. 100)

Segundo dados do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar - PRONAF, “a agricultura familiar é hoje responsável por 77% da ocupação do meio rural

e responde por 37% da produção agrícola brasileira. Cerca de 84% dos 5,5 milhões de estabelecimentos agropecuários são de agricultores familiares”. (PRONAF *apud* Sachs, 2004, p.124).

A agricultura familiar tem uma dinâmica toda própria, onde a gestão da propriedade é compartilhada pela família e a atividade produtiva agropecuária é a principal fonte geradora de renda. Em comparação à agricultura não familiar, há diferenças muito características.

O agricultor familiar tem uma relação particular com a terra, seu local de trabalho e moradia, fazendo da diversidade produtiva um diferencial em relação à agricultura convencional e a Lei 11.326 de julho de 2006 define as diretrizes para formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e os critérios para identificação desse público.

A redação atual da Lei 11.326, considera-se agricultor familiar e empreendedor familiar rural aquele que pratica atividades no meio rural, atendendo, simultaneamente, aos seguintes requisitos:

I - Não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais;

§ 1º O disposto no inciso I do caput deste artigo não se aplica quando se tratar de condomínio rural ou outras formas coletivas de propriedade, desde que a fração ideal por proprietário não ultrapasse 4 (quatro) módulos fiscais.

II - Utilize predominantemente mão-de-obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento;

III - tenha percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento, na forma definida pelo Poder Executivo; (Inciso com redação dada pela Lei nº 12.512, 2011)

IV - Dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família. (Lei 11.326 (consulta maio/2019) Art. 3º)

Neste sentido, de acordo com a legislação, faz parte da agricultura familiar a família que detém pequena propriedade e a renda mínima advinda da exploração desta área, com mão-de-obra familiar. Diferentemente de qualquer outro negócio, a mão-de-obra familiar não contabiliza horas trabalhadas como qualquer assalariado ou direitos trabalhistas recolhidos mensalmente.

De outro lado, também possui uma capacidade ociosa de tempo de trabalho que pode ser melhor aproveitada para o desenvolvimento sustentado da propriedade e para a melhoria da qualidade de vida daquele núcleo familiar. Segundo o Decreto 9.064 de 31 de maio de 2017 a Unidade Familiar de Produção Agrária - UFPA e o empreendimento familiar rural deverão atender aos seguintes requisitos:

I - Possuir, a qualquer título, área de até quatro módulos fiscais;

II - Utilizar, no mínimo, metade da força de trabalho familiar no processo produtivo e de geração de renda;

III - auferir, no mínimo, metade da renda familiar de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento; e

IV - Ser a gestão do estabelecimento ou do empreendimento estritamente familiar.

§ 1º O disposto no inciso I ... não se aplica ... extrativistas, pescadores, povos indígenas, integrantes de comunidades remanescentes de quilombos e comunidades tradicionais.

§ 2º Na hipótese de pescadores artesanais, de aquicultores, de maricultores e de extrativistas que desenvolvam tais atividades não combinadas com produção agropecuária,

inciso I ... a área do estabelecimento será considerada igual a zero. Decreto 9.064 de 31 de maio de 2017 (consulta maio/2019 - Art. 3º)

O decreto estabelece regras mais claras e quantifica em percentual a participação da família como mão-de-obra, renda e gestão da propriedade. Desta forma, o documento amplia a participação de empreendedores rurais na categoria de agricultura familiar.

Segundo a Agência Brasil EBC (2016), quase metade da área rural brasileira pertence a 1% das propriedades do país. Os estabelecimentos rurais a partir de mil hectares (0,91%) concentram 45% de toda a área de produção agrícola, de gado e plantação florestal.

O estudo revela que estabelecimentos com menos de 10 hectares representam cerca de 47% do total das propriedades do país, mas ocupam menos de 2,3% da área rural total. Esses pequenos produtores são responsáveis por mais de 70% dos alimentos que chegam à mesa do brasileiro, já que as grandes monoculturas exportam a maior parte da produção.

O Censo do IBGE (2017) revela que entre 2006 e 2017, o total de estabelecimentos nos quais o produtor é do sexo feminino elevou-se de 12,7% para 18,6% (945.490 pessoas), enquanto os homens passaram de 87,3% para 81,4% (4.100.900) do total.

Em 2017, todos os governos estaduais e do Distrito Federal declararam ter programas ou ações de fomento tanto à agricultura familiar quanto à agroindústria. Em 26 das 27 unidades da federação, também havia programas de incentivo à agricultura orgânica e, em 19, estímulo à produção de hortas comunitárias. Essas informações estão disponíveis no Perfil dos Estados Brasileiros (IBGE, 2017).

De acordo com este estudo ela constitui a base econômica de 90% dos municípios brasileiros com até 20 mil habitantes; responde por 35% do Produto Interno Bruto nacional;

e absorve 40% da população economicamente ativa do país. Ainda segundo o Censo, a agricultura familiar produz 87% da mandioca, 70% do feijão, 46% do milho, 38% do café, 34% do arroz e 21% do trigo do Brasil.

Na pecuária, é responsável por 60% da produção de leite, além de 59% do rebanho suíno, 50% das aves e 30% dos bovinos do país. A agricultura familiar possui, portanto, importância econômica vinculada ao abastecimento do mercado interno e ao controle da inflação dos alimentos consumidos pelos brasileiros. Também são considerados agricultores familiares: silvicultores, aquicultores, extrativistas, pescadores, indígenas, quilombolas e assentados da reforma agrária.

A Declaração de Aptidão ao Pronaf - DAP, foi criada para identificar e qualificar o agricultor familiar e permitir acesso diferenciado às políticas públicas. Atualmente, a DAP concede acesso a mais de 15 políticas públicas, dentre elas o crédito rural do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), os programas de compras instrucionais, como o de Aquisição de Alimentos (PAA) e o de Alimentação Escolar (PNAE), a Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER), o Programa Garantia Safra e o Seguro da Agricultura Familiar.

Portanto, a discussão indica que o desenvolvimento não está ligado exclusivamente à ideia de acúmulo de capital, no qual o impulso é dado pelo progresso tecnológico, devendo levar em conta o contexto social, cultural e sustentável.

Nesse contexto, a agricultura familiar tem uma dinâmica toda própria, onde a gestão da propriedade é compartilhada pela família e a atividade produtiva agropecuária é a principal fonte geradora de renda, devendo, portanto, ser analisada de forma específica dentro do contexto do desenvolvimento sustentável. Que a agricultura familiar contribui para o desenvolvimento rural é fato já comprovado, apesar de suas dificuldades.

A relevância da agricultura familiar vai além da economia e da geração de renda, posto que deve ser destacada a questão cultural desse modelo de produção, pois o agricultor familiar tem uma relação diferente com a terra, mais próxima, devido à tradição familiar, fazendo parte da cultura local.

A educação ambiental é essencial para o desenvolvimento, pelo seu valor intrínseco, na medida em que contribui para o despertar cultural, a conscientização, a compreensão dos direitos humanos, aumentando a adaptabilidade e o sentido de autonomia, bem como autoconfiança e autoestima.

Deste modo, a cultura da agricultura familiar, facilita a viabilidade do processo de desenvolvimento sustentável para os que habitam o campo.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o espaço rural como um lugar da sustentabilidade de Sachs (2008) ou como um ambiente de cuidados de Boff (1999), ou de sócio da natureza de Lutzemberg (2012), ou ainda de economia solidária de Singer (2002) é corroborar com Baudel Wanderley

(2001) que o trata como um lugar de vida.

Essencialmente se percebe que esses autores tratam do espaço rural como um ambiente precioso, que se não for cuidado e sustentável, é passível, não de se transformar, mas de desaparecer definitivamente.

A agricultura familiar contribui para o desenvolvimento e sua essência é ser sustentável. A partir do momento que os conceitos tratados neste artigo passarem a ser incorporados pelo agricultor familiar, e políticas públicas de fortalecimento desses conceitos forem desenvolvidas, o rural sustentável será uma realidade para mais produtores rurais da agricultura familiar.

Os desafios são grandes e a discussão não termina aqui. Pois esta sustentabilidade está vinculada a um contexto social, econômico, ambiental, legal, territorial e de políticas públicas voltadas para gerar sustentabilidade e oportunidade aos pequenos produtores.

Por isso esse tema não se esgota, e requer abordar outras perspectivas de análise para estudos futuros, que envolvem empoderamento, capital social e políticas públicas efetivas.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. **Funções e medidas da ruralidade no desenvolvimento contemporâneo**. Rio de Janeiro. IPEA. n. 702, 2000. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/portal/>> Acesso em: 23/jun/2019.

AGÊNCIA BRASIL. **Notícias**. Disponível em: <http://agenciabrasil.etc.com.br/geral/noticia/2016-11/menos-de-1-das-propriedades-agricolas-detem-quase-metade-da-area-rural>. Acesso em: 10/abr/2019.

BARBOSA, G. S. **O desafio do desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro. Revista Visões. 4.ed, Nº4, Volume 1 - Jan/Jun 2008.

BARONI, M. **Ambigüidade e deficiências do conceito de desenvolvimento sustentável**. Rev. Adm. Empr. 32(2):14-24,1992.

BAUDEL, W.,; Maria de N. **A ruralidade no Brasil moderno**. Por un pacto social pelo desenvolvimento rural. En publicacion: ¿Una nueva ruralidad en América Latina?. Norma Giarracca. CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. 2001. Disponível em: <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/rural/wanderley.pd> Acesso em: 23/jun/2019.

BOFF, L. **Sustentabilidade – o que é e o que não é**. 4.ed. Petrópolis: Vozes, 2015.

BOFF, Leonardo. **Saber cuidar**. Petrópolis: Vozes, 1999.

BRASIL. **Atividade Legislativa**. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/capadr/audiencias-publicas/audiencias-publicas-2018/audiencia-publica-24-de-maio-de-2018-unb>. Acesso em: 20/abr/2019.

CAMPOS, C. S. S. **A Face Feminina da Pobreza em meio à Riqueza do Agronegócio**. Cruz Alta: RS: Ed. Outras Expressões, 2011.

CAPRA, F. **A Teia da Vida**. São Paulo: Cultrix, 1996.

GLOBAL SUSTENTÁVEL. **Um dia de cada vez**: A mulher campezina e a luta por trabalho na agricultura. Disponível em: <http://www.globalsustentavel.com.br/um-dia-de-cada-vez-a-mulher-campesina-e-a-luta-por-trabalho-na-agricultura/>. Acesso em: 22/abr/2019.

IBGE. **Notícias**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/21905-censo-agro-2017-resultados-preliminares-mostram-queda-de-2-0-no-numero-deestabelecimentos-e-alta-de-5-na-area-total>. Acesso em: 22/abr/2019.

MARTINS, S. R. **Agricultura, ambiente e sustentabilidade: seus limites para a América Latina**. CD-ROM/EMATER, 2001.

MDA. **Agricultura familiar**. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/o-que-%C3%A9-agricultura-familiar>. Acesso em: 22/abr/2019.

MULHERES RURAIS. Disponível em: <http://www.mulheresrurais.com.br/#> Acesso em: 06/mai/2019.

NAVARRO, Z. **Desenvolvimento rural no Brasil: os limites do passado e os caminhos do futuro**. São Paulo. vol.15 no.43 Sept./Dec. 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142001000300009> - ISSN 1806-9592

SACHS, I. **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável**. 4.ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

_____. **Desenvolvimento includente, sustentável e sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

_____. **A terceira margem**: Em busca do ecodesenvolvimento. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

SCHNEIDER, S. **Teoria social, agricultura familiar e pluriatividade**. RBCS - Revista Brasileira de Ciências Sociais - VOL. 18 Nº. 51. 2003.

SEN, A. **Desenvolvimento como Liberdade**. São Paulo. Companhia das Letras, 2017.

SINGER, P. **Introdução à Economia Solidária**. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2013.

CAPÍTULO 18

A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL: UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE AMETISTA DO SUL - RS, BRASIL

Data de aceite: 11/09/2020

Data da submissão: 03/06/2020

Tatiane dos Santos

Universidade Federal da Fronteira Sul- UFFS,
Campus Erechim,
Erechim - RS.
<http://lattes.cnpq.br/7748148587977598>

Cheila Fátima Lorenzon

Universidade Federal da Fronteira Sul- UFFS,
Campus Erechim,
Erechim - RS.
<http://lattes.cnpq.br/0084490829514802>

Deisy Brasil Gonçalves

Universidade Federal de Santa Maria. Campus
Frederico Westphalen,
Frederico Westphalen - RS.
<http://lattes.cnpq.br/5362213205432312>

Ísis Samara Ruschel Pasquali

Universidade Federal de Santa Maria. Campus
Santa Maria,
Santa Maria - RS.
<http://lattes.cnpq.br/6482488595239227>

Eliziário Noé Boeira Toledo

Universidade de Brasília.
Brasília - DF.
<http://lattes.cnpq.br/8324406875537697>

Valdecir José Zonin

Universidade Federal da Fronteira Sul- UFFS.
Campus Erechim,
Erechim - RS.
<http://lattes.cnpq.br/8659202304577769>

RESUMO: O presente trabalho apresenta um estudo sobre a importância da educação Ambiental para a promoção do Desenvolvimento Rural Sustentável, por meio da utilização de técnicas agroecológicas que são menos agressivas ao ambiente natural. A valorização dos recursos naturais e das relações ecológicas que acontecem no ambiente é fundamental para a efetivação do desenvolvimento rural sustentável. Para realização da presente pesquisa foi produzido um Diagnóstico Rural Participativo com 35 agricultores familiares do município de Ametista do Sul/RS, os quais foram questionados sobre aspectos sociais, ambientais e financeiros de suas propriedades e atividades produtivas. A percepção dos agricultores familiares sobre sua relação com o meio ambiente foi fundamental para posterior planejamento e organização de um encontro entre os agricultores familiares com participação da equipe do escritório municipal da Emater, onde o objetivo do evento foi abordar os temas limitantes do processo da utilização de técnicas agroecológicas pelas famílias, buscando incentivar e fortalecer o uso de técnicas sustentáveis no meio rural. Nesse sentido a educação ambiental se configura como importante ferramenta no processo participativo, da construção de valores sociais, onde os agricultores tem a oportunidade de sensibilizar-se ainda mais com sua importante relação com o ambiente natural. O desenvolvimento rural sustentável pode ser alcançado no meio rural por meio da utilização de técnicas de produção menos agressivas, destaca-se na presente pesquisa a agroecologia como uma das alternativas, que vai além da forma como a produção é realizada

aborda a importância de todo o processo de estabelecimento das atividades.

PALAVRAS-CHAVE: Educação ambiental, desenvolvimento rural sustentável.

ENVIRONMENTAL EDUCATION IN PROMOTING SUSTAINABLE RURAL DEVELOPMENT: A CASE STUDY IN THE MUNICIPALITY OF AMETISTA DO SUL - RS, BRAZIL

ABSTRACT: The present work presents a study about the importance of Environmental education for the promotion of Sustainable Rural Development through the use of agroecological techniques that are less aggressive to the natural environment. The valuation of natural resources and ecological relations that take place in the environment is fundamental for the realization of sustainable rural development. To carry out the present research, a Participatory Rural Diagnosis was carried out with 35 family farmers from the municipality of Ametista do Sul, where they were questioned about the social, environmental and financial aspects of their properties and productive activities. The perception of the family farmers about their relation with the environment was fundamental for later planning and organization of a meeting between the family farmers with participation of the team of the municipal office of Emater, where the objective of the event was to approach the limiting topics of the process of the use of agroecological techniques by families, seeking to encourage and strengthen the use of sustainable techniques in rural areas. In this sense, environmental education is an important tool in the participatory process, in the construction of social values, where farmers have the opportunity to become more aware of their relationship with the natural environment. Sustainable rural development can be achieved in rural areas through the use of less aggressive production techniques. In the present study, we highlight agroecology as one of the alternatives that goes beyond the way production is carried out and addresses the importance of the whole process of establishment of activities.

KEYWORDS: Environmental education, sustainable rural development.

1 | INTRODUÇÃO

As repercussões dos impactos socioambientais do cenário atual despertam grande preocupação na sociedade, na medida em que ativos e bens naturais são tratados como infinitos. Isto, aliado ao padrão de consumo desenfreado, coloca o equilíbrio ambiental em situação delicada. A perda da biodiversidade associada à descaracterização dos espaços naturais são alguns dos problemas expressivos no cenário atual (COUTINHO, 2009).

A Educação Ambiental (EA) pode ser utilizada como uma ferramenta basilar para a promoção do desenvolvimento sustentável, por meio da sensibilização e construção de outras formas de relação entre natureza e sociedade. Entende-se que a agricultura familiar é caracterizada por estabelecimentos que possuem até quatro módulos fiscais, usa mão de obra e gestão familiar do trabalho, reside no estabelecimento ou aglomerado urbano próximo e tem até 50% de renda é oriunda das atividades agrícolas (BRASIL, 2006).

As atividades agrícolas e o meio rural emergem em um processo de adequação

(embora ainda lento e não uniforme), passando por vários processos de evolução tecnológica, onde os atores buscam melhorar ambientalmente as práticas utilizadas. No modelo de agricultura caracterizado pela industrialização, a relação com o meio ambiente é uma face muito fragilizada, pois os processos produtivos podem ser manipulados mediante aplicação de elementos físicos e químicos, associados primeiramente com aspectos da produtividade em si.

Frente às preocupações ambientais e a forma como os recursos naturais estão sendo utilizados, novos modelos sustentáveis de produção se fazem necessários e a mudança de postura do agricultor se torna fundamental. A produtividade agrícola passa a ser interpretada dentro do contexto ambiental e não mais isolada, a conservação dos recursos agrícolas assume papel importante, pois o manejo dos sistemas produtivos é fundamental para os processos agroecológicos e sustentáveis.

A sustentabilidade dos agroecossistemas administrados pelos agricultores familiares requer a quebra de paradigmas relacionados aos meios de produção e insumos utilizados nas atividades agrícolas. As preocupações com a produção estável, a utilização de técnicas orgânicas de produção, segurança alimentar, conservação da biodiversidade, conservação da cultura rural da produção para subsistência e igualdades sociais no campo, estão incluídas no guarda chuva da agricultura sustentável (ASSAD e ALMEIDA, 2004).

No contexto de produção sustentável, o agricultor familiar possui importante papel na transição da economia sustentável, pois ao mesmo tempo em que os agricultores familiares produzem alimentos mantendo a segurança alimentar, conservam a biodiversidade. A promoção de um agro ecossistema sustentável que seja socialmente justo, economicamente viável e ambientalmente correto é um dos objetivos da agroecologia (ALTIERI, 2002).

A autonomia nos processos de EA é fundamental, no caso dos agricultores familiares estes devem possuir subsídios e recursos necessários para tomar decisões conscientes sobre seu futuro. Para o Desenvolvimento Rural Sustentável a difusão de práticas agrícolas sustentáveis através da Educação Ambiental é fundamental no meio rural, o acesso ao conhecimento de forma participativa e dialoga auxilia diretamente na preservação dos recursos naturais. (ERICKSON, 2002).

Sabendo que o meio ambiente é local onde se vive, conhecer esse ambiente é fundamental, explorar e redescobrir o local, com um olhar renovado e crítico, pois só é possível preservar aquilo que se conhece. A educação Ambiental busca levar o sujeito a explorar os vínculos existentes entre identidade, cultura e natureza, e a sensibilizar-se de que, por meio da natureza, é possível reencontrar a identidade humana (LUZZARDI, 2006).

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido na região Norte do Rio Grande do Sul. O bioma é Mata Atlântica, o qual é intensamente degradado. O município objeto de estudo (Ametista do

Sul) possui características peculiares com propriedades rurais em fase de desenvolvimento tecnológico e um cenário social marcado pela exploração da pedra ametista.

O município de Ametista do Sul faz parte do Conselho Regional de Desenvolvimento (COREDE) Médio Alto Uruguai, com uma área territorial de 93,49 Km², e população de 7.323 habitantes, destes 3.512 habitantes residem no meio rural e 3.811 no meio urbano, (IBGE, 2010). Os estabelecimentos rurais totalizam em 978, destes 918 compreendem estabelecimentos de agricultores familiares e 59 agricultores não familiares (EMATER, 2018).

A estrutura fundiária do Município é de minifúndios, caracterizado por pequenas propriedades que produzem para a subsistência. A média de hectares por propriedade é de 9,2 ha, onde são produzidos leite, frutas, fumo, milho e produtos para autoconsumo. O tamanho das propriedades junto com as condições de relevo são condições que dificultam o desenvolvimento de culturas como grãos, pela questão da viabilidade econômica (EMATER, 2018).

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso, relacionado ao município de Ametista do Sul, a partir de uma pesquisa explanatória, uma vez que estas buscam proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses (GIL, 2008). Para Yin (2001) os estudos de caso podem ser compreendidos como estratégias de pesquisa que abrangem um planejamento delimitado e adequado, abordagem específica de coletas de dados e análise de dados.

2.1 Atividades desenvolvidas

As informações foram coletadas com o auxílio da ferramenta de Diagnóstico Rural Participativo (DRP) aplicado a 35 famílias residentes no meio rural no município de Ametista do Sul. O DRP é uma metodologia que permite o levantamento de informações e conhecimentos da realidade da comunidade ou instituições, a partir do ponto de vista de seus membros. O DRP é aberto à participação, criando a oportunidade da vivência democrática, isto é, produzindo conhecimento coletivamente e criando opções para as decisões coletivas (SILVA, et al. 2003).

Delponti e Almeida (2003) definem os indicadores como instrumentos que permitem a avaliação de um sistema, determinando a condição que este deve ser mantido para se garantir que seja sustentável. Sendo assim Caporal e Costabeber (2002) inferem que é importante considerar alguns aspectos sobre avaliações de Desenvolvimento rural sustentável são eles: aspectos ecológicos, econômicos, sociais, culturais, político e éticos.

Para tanto, o questionário utilizado na presente pesquisa considerou os aspectos: ecológicos, econômicos, sociais, culturais, político e éticos conforme ressalta Caporal e Costabeber (2002). Tais aspectos foram inseridos no questionário aplicado aos agricultores familiares. Após a compilação dos questionários evidenciou-se a necessidade da realização de uma atividade de Educação Ambiental com os Agricultores familiares, para tanto contou-

se com o auxílio do Escritório Municipal da Emater e do Departamento Municipal de Meio Ambiente (DEMA) de Ametista do Sul, para realização da intervenção junto aos agricultores.

Para o encontro buscou-se convidar todos os entrevistados e outros produtores rurais da região e tratar sobre os temas: Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável através da Educação Ambiental. Para a realização do encontro utilizou-se metodologias participativas que instigaram a participação dos agricultores familiares estimulando a reflexão e o envolvimento do público com as temáticas trabalhadas.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foi possível constatar que das 35 famílias entrevistadas, houve a predominância dos adultos nas famílias entrevistadas, cujos relatos apontaram para um número significativo de jovens que abandonaram o campo, na busca de condições melhores de vida que as do meio rural. Apenas 7 famílias apontaram possibilidade sucessivas, onde os jovens estariam integrados ao trabalho e ações na propriedade. Neste sentido, chama-se a atenção que os dados da composição familiar dos agricultores familiares remetem a reflexão de como o êxodo rural dos jovens ainda persiste enquanto prática e realidade no meio rural.

Os jovens presentes na amostra estudada, por sua vez, demonstram encontrar dificuldades para desenvolver o empreendedorismo nesse cenário. A utilização de insumos agrícolas como os agrotóxicos vem sendo apontado pelos jovens como um dos problemas relevantes das atividades agrícolas, que são desenvolvidas no município de Ametista do Sul, a exemplo a viticultura. Sendo assim, a reflexão sobre novas técnicas de produção são fundamentais, a produção de forma mais sustentável já é um anseio dos jovens, vislumbrando-se a agroecologia com potencial de desenvolvimento rural sustentável no município.

Do ponto de vista da utilização dos solos, considerou-se o manejo correto deste recurso como essencial nos processos de desenvolvimento rural sustentável, sendo que a questão da estratégia de cobertura dos solos é considerado por eles como um importante indicador de sustentabilidade, nos ambientes agrícolas. Considerando que no município de Ametista do Sul, 1 (um) módulo fiscal compreende 20 hectares de terra, é relevante constatar que a pesquisa trabalhou somente com minifúndios, com imóveis rurais inferiores a um módulo fiscal, onde as propriedades amostradas variaram sua estrutura fundiária entre 0,2 ha a 14 ha. As 35 propriedades totalizaram 125,8 ha, com uma média de 3,5 ha por propriedade. Neste sentido, os pequenos agricultores familiares entrevistados foram questionados em relação aos usos do solo em suas propriedades, retratado na Figura 1.

Utilização dos solos nos Estabelecimentos agropecuários



Figura 1. Utilização dos Solos nos Estabelecimentos Agropecuários

Conforme a Figura 1 é possível constatar que os agricultores utilizam uma fração maior dos solos para as culturas temporárias (28%), para produção de produtos principalmente de subsistência e comercialização do excedente, como exemplos estão à produção de mandioca, feijão, milho e cebola. Logo, a produção para subsistência proporciona segurança alimentar às famílias e contribui ainda para a agregação de valor.

Dos estabelecimentos agropecuários amostrados evidenciou-se a produção de leite no município de Ametista do Sul com 12% do uso dos solos, utilizados como pastagens cultivadas, demonstrando-se um potencial de manejar as pastagens de forma agroecológica e sem a utilização de insumos químicos. Assim, o uso alternativo do solo com pastagens e outras atividades agropecuárias, podem ser práticas sustentáveis na agricultura familiar, e estão contempladas no manejo sustentável onde prevê a administração da vegetação natural, de forma consciente, respeitando a sustentação do ecossistema e os processos naturais que ocorrem no ambiente.

Nesse Sentido, Caporal e Costabeber (2002) afirmam que a agricultura familiar contribui para a promoção da Segurança Alimentar e Nutricional, mas salientam que só é possível a realização de uma alimentação saudável, a partir de uma agricultura sustentável, a qual permite o consumo de alimentos com qualidade biológica, além de valorizar a cultura e tradição alimentar e o saber local de cada população.

3.1 Água e saneamento no meio rural

O saneamento básico e manejo da água é fundamental para a qualidade de vida da população, pois influencia diretamente na saúde pública, na qualidade ambiental e no desenvolvimento de uma determinada comunidade ou região. No Brasil os serviços de saneamento são oferecidos principalmente por empresas públicas. Com grande

importância para a saúde pública e para a qualidade ambiental, o acesso da população a esses importantes serviços ainda é um desafio no Brasil. Quando se refere ao saneamento no meio rural podem ser consideradas, sem dúvida, em condições mais precárias ainda.

Pelos dados da amostra é possível inferir que, das 35 famílias amostradas, apenas três possuem instalações adequadas com Fossa séptica e com sumidouro, as outras 32 famílias possuem apenas “Poço Negro”, considerado como sumidouro, sem sistema de tratamento de efluentes antes do lançamento no solo. A preocupação com sistemas de tratamentos de águas servidas é maior nos centros urbanos, ficando as comunidades rurais desassistidas de tais políticas públicas. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) através da Resolução nº 357, de 17 de Março de 2005, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluente.

A partir deste contexto e segundo a Funasa (2011) o acesso ao saneamento básico é fundamental, e carece de investimentos, em especial no abastecimento de água de qualidade. A Funasa destaca ainda que o saneamento básico está entre os mais importantes fatores sociais determinantes da saúde e do desenvolvimento, e é entendido como um conjunto de medidas socioeconômicas com o objetivo de alcançar a salubridade ambiental e promover a saúde pública.

A utilização do saneamento como instrumento de promoção da saúde pressupõe a superação dos entraves tecnológicos, políticos e gerenciais que têm dificultado a extensão dos benefícios aos residentes em áreas rurais, municípios e localidades de pequeno porte. A dificuldade de acesso a estas políticas públicas no meio rural, cria realidades como as identificadas nesta pesquisa, onde constatou-se famílias com carências sanitárias em suas propriedades.

3.2 Agroecologia enquanto prática do desenvolvimento rural sustentável

A utilização de práticas agroecológicas foi analisada entre os entrevistados, sendo que mensurou-se a forma de produção, as técnicas utilizadas e os produtos produzidos. A forma de utilização dos solos, ou seja, como e o que produzem, sendo um importante indicador de desenvolvimento rural sustentável de forma agroecológica, os tipos de insumos utilizados também foram avaliados no processo.

A preocupação com os recursos naturais foi evidenciada durante o desenvolvimento do DRP, as famílias apresentaram preocupação com os métodos escolhidos para produção, e relataram que todos que comercializam o produtos excedentes oriundos da propriedade consumiriam aqueles produtos, o que assegura maior credibilidade quanto aos métodos utilizados para produção. A consolidação de processos agroecológicos perpassa pelo campo do conhecimento e sensibilização sobre as formas de produzir.

A produção em bases agroecológicas elimina o uso de insumos químicos que, além de elevar o custo da produção, geram intoxicação ao homem e aos animais, ocasionam

a poluição do solo e da água. A viabilidade da agroecologia não traz apenas ganhos ambientais, traz consigo benefícios sociais e financeiros, pois agrega valor a produção do campo, valorizando os processos ecológicos que acontecem no ambiente.

Nas propriedades rurais amostradas 77% declararam que mantém sementes crioulas para produção dos produtos para subsistência, sendo que as mais expressivas são sementes de feijão e ramas de mandioca. Produtos estes que são à base da alimentação das famílias, o que conferem a segurança alimentar. Quando questionados sobre os modos produtivos obteve-se os seguintes indicadores, conforme demonstrado na Figura 2.

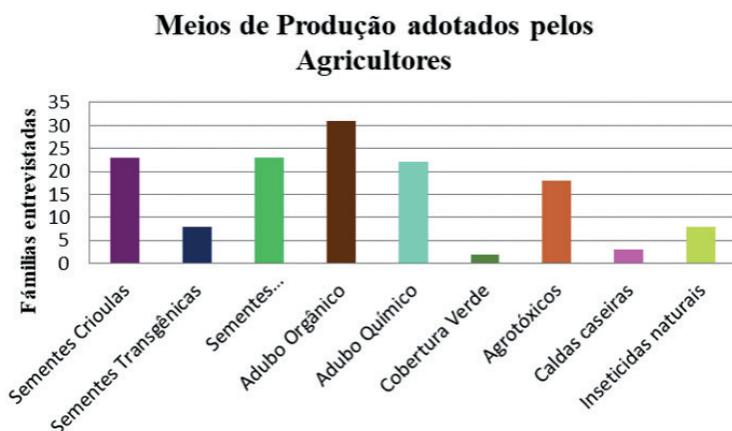


Figura 2. Meios de Produção adotados pelos Agricultores.

A escolha dos meios de produção é fundamental para a implantação da agroecologia, pois irá determinar as técnicas que serão utilizadas no decorrer do processo. A manutenção de sementes e mudas crioulas nas propriedades é importante indicador, pois a semente é o primeiro elo da cadeia alimentar, é dela que tem origem os alimentos, e ao contrário da semente transgênica, a semente crioula não sofreu nenhuma alteração genica.

A autonomia e o conhecimento local podem ser identificados na manutenção das sementes e mudas crioulas. A preservação das sementes é uma forma do agricultor familiar manter a cultura alimentar, promovendo a alimentação saudável e a sustentabilidade ambiental, além de garantir própria autonomia.

A utilização da matéria orgânica como adubação através da compostagem, também foi expressiva, onde 31 famílias utilizam a compostagem, a matéria orgânica oriunda da compostagem é um componente que confere qualidades importantes para o crescimento das plantas. A agricultura de forma agroecológica tem por base o manejo de pragas e doenças sem o uso de agrotóxicos e a substituição de adubos químicos por compostos orgânicos principalmente. Sendo assim a técnica da compostagem também é um indicador

considerável que demonstra a preocupação dos agricultores familiares com a qualidade dos solos utilizado para plantio de seus cultivares alimentares, sendo uma ferramenta da agroecologia.

Os agricultores familiares também foram questionados em relação ao conhecimento sobre agroecologia e desenvolvimento rural sustentável, na percepção dos entrevistados desenvolvimento rural sustentável refere-se aos meios de produção menos agressivos ao meio ambiente, aliados a técnicas de produção como manejo de pragas e doenças sem a utilização de agroquímicos. Das 35 famílias entrevistadas, 26 tem conhecimento da relevância do desenvolvimento sustentável, 09 não ouviram esse termo, porém desenvolvem em suas propriedades algumas praticas agroecológicas.

O conhecimento sobre como é possível produzir no meio rural com renda e qualidade de vida, sem agredir o meio ambiente é fundamental, e um dos itens do DRP foi o questionamento sobre quais são as entidades ou órgãos públicos que trabalham com os agricultores a educação ambiental, proporcionando dialogo e conhecimento através de várias metodologias. As metodologias mais citadas pelos entrevistados foram: dias de campo, programas de rádio, palestras, capacitação, encontros e seminários. E as entidades foram: Emater/Ascar-RS, MPA- Movimento dos pequenos agricultores, Prefeitura Municipal de Ametista do Sul, Sindicato dos Trabalhadores rurais, Escolas, Coper A1 e Departamento ambiental.

Para tanto, buscou-se a parceria da Emater/Ascar-RS para promover um encontro entre os produtores entrevistados e demais agricultores familiares do município de Ametista do Sul e região, onde o objetivo do encontro foi utilizar a Educação Ambiental como ferramenta para sensibilizar o produtor rural buscando influir positivamente no crescimento do desenvolvimento rural sustentável na agricultura familiar no município de Ametista do Sul.

3.3 Atividade de educação ambiental com os agricultores familiares

O Encontro com os Agricultores familiares foi desenvolvido no auditório da prefeitura municipal e contou com a participação dos agricultores entrevistado, Técnicos e Extensionista da Emater, agricultores integrantes do Programa Brasil Sem Miséria e lideranças municipais. A atividade buscou instigar os participantes a pensar, a construir suas próprias teorias, de maneira participativa e envolvente.

A ação que pode ser classificada como socioambiental, iniciou-se com a problematização convidando os participantes a refletirem sobre temas abordados na pesquisa: água, solo, resíduos, agroecologia e produção rural. Os participantes foram convidados a interagir e dialogar sobre os problemas expostos, construindo seus próprios conceitos sobre os temas abordados. Os mediadores do debate foram os pesquisadores e os extensionistas da Emater que nortearam as questões de discussão.

Como fatores limitantes do desenvolvimento rural sustentável foi identificado à

falta de políticas pública que estimulem a produção agroecológica e durante o encontro foram apresentadas possibilidades aos agricultores como a comercialização dos produtos do PNAE- Programa Nacional de Alimentação Escolar, PAA- Programa de Aquisição de Alimentos e a participação na Feira do Produtor Rural. Com o conhecimento dos mercados institucionais disponíveis a motivação ficou mais evidente no grupo.

4 | CONCLUSÃO

Conclui-se que a educação ambiental precisa ser constante, e não de maneira esporádica, que políticas públicas que oportunizem acesso à água potável, formas de tratamento de esgoto sanitário, recuperação de áreas degradadas, coleta dos resíduos sólidos são fundamentais nas comunidades rurais trabalhadas.

REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. **Agroecologia: Bases científicas para uma agricultura sustentável**. Rio de Janeiro, Editora Agropecuária. 2002.

ASSAD, M. L. ALMEIDA, J. **Agricultura e Sustentabilidade Contexto, Desafios e Cenários**. Ciência & Ambiente, n. 29, 2004. p.15-30.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2006. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico**; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, revogada a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978, e dá outras providências. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 5 jan. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm> Acesso em: 27 set. 2018

COSTABEBER, J. A.; CAPORAL, F. R. **Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável: perspectivas para uma nova Extensão Rural**. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, v.1, n.1, p.36, 2002.

COUTINHO, G. de A. **A ética ambiental na sociedade contemporânea**, 2009. Disponível em http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=4727. Acesso em: 10 de outubro de 2018.

DEPONTI, C. M.; ALMEIDA, J. **Indicadores para avaliação da sustentabilidade em contextos de desenvolvimento rural local**, 2003.

EMATER. **Estudo de Situação do município de Ametista do Sul/RS**. Escritório Municipal, 2018.

ERICKSON, K. E. **Ciência para o desenvolvimento sustentável**. In: CAVALCANTI, C. (Org.). Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas. São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Jooaquim Nabuco, 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Resultados do universo do Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Resultados_do_Universo/tabelas_pdf/tab6.pdf>. Acesso em: 9 de maio 2018.

LUZZARDI, R. E. **Educação Ambiental: Sustentáculo para o Desenvolvimento da Agricultura Sustentável**. Rev. eletrônica Mestrado Educação Ambiental. ISSN 1517-1256, v.17, 2006.

SILVA, I.F.; PAULA, M.M.; FERNANDES, M.S.; CARNEVALE, A.B. **Diagnóstico Rápido Participativo**. FIMES, Mineiros, 2003.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

CAPÍTULO 19

O COOPERATIVISMO COMO ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÔMICO AMAZÔNICO: O CASO DO CUMARU EM ALENQUER

Data de aceite: 11/09/2020

Diego Pereira Costa

Universidade Federal do Oeste do Pará,
Campus Universitário de Alenquer,
Alenquer - PA.
<http://lattes.cnpq.br/8321485720272115>

Marco Aurélio Oliveira Santos

Universidade Federal do Oeste do Pará,
Campus Universitário de Alenquer,
Alenquer - PA.
<http://lattes.cnpq.br/5333754444497512>

Léo César Parente de Almeida

Universidade Federal do Oeste do Pará,
Campus Universitário de Alenquer,
Alenquer - PA.
<http://lattes.cnpq.br/4081029452825767>

RESUMO: O presente artigo buscou identificar a viabilidade da instalação de cooperativa agrícola para buscar a melhor exploração produtiva e comercial dos produtos produzidos no distrito Camburão, em Alenquer-PA. As informações que nos levaram a identificar o potencial produtivo foram obtidas por intermédio de questionários aplicados a produtores, extrativistas e comerciantes locais, com intuito de arrecadar informações relevantes para o estudo. A análise das informações mostrou que a comercialização dos produtos acaba por não ter o impacto esperado por todo o seu potencial, e isso se dá devido à interferência do mercado de atravessadores e à desorganização comercial, o que acarreta desvalorização do mercado.

Com isso, conclui-se que a cooperação entre os envolvidos na produção local se faz de grande e fundamental importância, uma vez que esta propõe a coletividade em busca do desenvolvimento socioeconômico, gerando possibilidade de expansão de mercado e aumento de renda.

PALAVRAS-CHAVE: Governança, cadeia de valor, políticas públicas.

COOPERATIVISM AS A STRATEGY FOR AMAZONIAN SOCIOECONOMIC DEVELOPMENT: THE CASE OF CUMARU IN ALENQUER

ABSTRACT: The present article sought to identify the feasibility of installing an agricultural cooperative to seek the best productive and commercial exploitation of products produced in the Camburão District, Alenquer-PA. The information that led us to identify the productive potential was obtained through questionnaires applied to local producers, extractivists and traders, in order to gather relevant information for the study. The analysis of the information shows that the commercialization of the products does not have the expected impact due to their full potential, due to the interference of the middlemen market and the commercial disorganization, which leads to the devaluation of the market. Thus, it is concluded that cooperation between those involved in local production is of great and fundamental importance, since it proposes the collectivity in search of socioeconomic development, generating the possibility of market expansion and income increase.

KEYWORDS: Governance, value chain,

public policy.

1 | INTRODUÇÃO

Nas sociedades inseridas na dinâmica capitalista, o mercado é a principal instituição. Contudo, nem sempre a participação no mercado assegura aos participantes boas condições para serem agentes do próprio desenvolvimento (SEM e KLIKSBURG, 2010). Assim, novos padrões de consumo, ajustados à qualidade e sustentabilidade, têm ditado uma nova dinâmica concorrencial nas cadeias produtivas.

Os consumidores têm buscado produtos sustentáveis, saudáveis, éticos, de qualidade superior, e estão atentos às práticas e mensagens que remetem à sustentabilidade. Apesar destas oportunidades, muitas cadeias carecem de estratégias de disseminação de conhecimento, de tecnologia e de apoio técnico, imprescindíveis para estabelecer uma economia de base florestal a partir do manejo sustentável dos sistemas agroflorestais (SAFs).

O município de Alenquer tem grandes fontes de produtos florestais não madeireiros (PFNM) com alto valor econômico e socioambiental. Muitos desses produtos têm importância para a alimentação, para o tratamento de doenças, para as indústrias de cosméticos, bebidas, entre outros (COSTA et al., 2018), tal como a amêndoa de cumaru, de que o município de Alenquer é o maior produtor. De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção de cumaru no estado do Pará foi correspondente a 87,5% de toda a produção brasileira, alcançando um total de 127 toneladas produzidas ao longo do ano de 2016 (IBGE, 2017). De toda a produção paraense no ano de 2016, o município de Alenquer foi responsável por 48,9% da produção, totalizando 62 toneladas.

Os moradores do distrito de Camburão, localizado na Zona Rural do município de Alenquer, tem como uma de suas principais fontes de renda a comercialização da amêndoa de cumaru, mas a má gestão da cadeia de valor faz com que haja a desvalorização do produto. O preço da amêndoa é flutuante, sobretudo no período da entressafra, e os preços variam de acordo com a oferta do produto na região, tendo um preço médio de R\$ 38,50 (trinta e oito reais e cinquenta centavos) (COSTA et al., 2018). A diferença de preços, quando comparados aos valores praticados em diferentes cidades do Brasil, deixa evidente a falta de valorização comercial local. Cidades como Santana (AP), Osasco (SP), Belém (PA), Terra Santa (PA) encabeçam a tabela de preços praticados em todo o Brasil, com o valor cobrado por quilograma de R\$ 150,00 (cento e cinquenta reais). A Figura 1 ilustra de maneira adaptada os preços em diferentes cidades do Brasil.

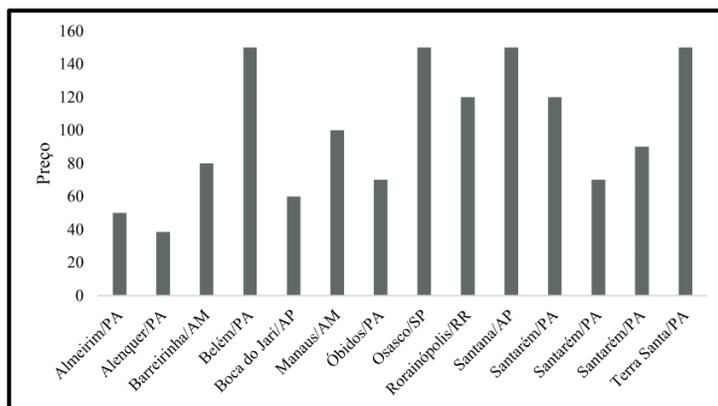


Figura 1. Preço da amêndoa do cumaru em diferentes cidades do Brasil.

Fonte: Costa et al.(2018).

Um dos grandes problemas da comercialização da amêndoa de cumaru no distrito Camburão é a atuação de atravessadores, que acabam por dominar o comércio na cadeia produtiva local, influenciando diretamente os preços e a estrutura de valor da cadeia. Para contornar estes entraves, a cooperação entre pequenos produtores mostra-se bastante eficaz: contribui para agregação de valor ao produto, bem como contribui para o desenvolvimento social e econômico pela ação coletiva no mercado. Neste sentido, a cooperativa seria o ator que faria a governança das inter-relações, direcionando as ações de modo a impulsionar as relações entre diferentes elos da cadeia produtiva (DOLAN e HUMPHREY, 2000; GEREFFI; HUMPHREY; STURGEON, 2005; MAYER e GEREFFI, 2010; PORTER, 1990).

Estes fatores são um atrativo quando se fala em união de forças entre produtores, extrativistas e comerciantes locais; no entanto, sabemos que a busca por identificar a viabilidade de implantar uma cooperativa é fundamental para ter a visão de possíveis problemáticas a curto, médio e longo prazo.

As cooperativas são arranjos institucionais amplamente difundidos por diferentes setores da economia, cuja característica comum é o compartilhamento dos princípios fundamentais do cooperativismo, de tal modo que se amplia o potencial da cadeia de valor em um sistema produtivo e fortalece sua competitividade (AGUIAR, 1992; COOK, 1995; EMANA, 2009; OLSON, 1999; NORTH, 1959; PETERS, 2015; SIMIONI; SIQUEIRA; BINOTTO, 2009).

Deste modo, o presente trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade de implantação de uma cooperativa no distrito Camburão, tendo em vista a necessidade de estabelecer melhorias na governança da cadeia produtiva local para impulsionar o desenvolvimento socioeconômico local.

Além desta parte introdutória, o artigo apresenta o delineamento, no qual foi possível identificar os fatores essenciais deste trabalho; conta ainda com as discussões acerca da fundamental importância que a governança exerce na estruturação organizacional e sustenta a ideia de cooperativismo como estratégia de desenvolvimento.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

A agregação de valor parte fortemente do conceito de melhor aproveitar o produto ofertado, por meio de embalagem, propaganda, aquisição da confiança de seus consumidores e aproveitamento diversificado de toda a matéria do produto (DOLAN e HUMPHREY, 2000; GEREFFI; HUMPHREY; STURGEON, 2005; MAYER e GEREFFI, 2010; PORTER, 1990).

Todo processo produtivo, para ter grandes influências comerciais, necessita basicamente do entendimento de que a qualidade do produto gera interesse do mercado, e de que a diversificação do mesmo produto gera mais opções de consumo, o que conduz a uma maior demanda e aumento de competitividade. A diversificação é frequentemente utilizada na estratégia para expandir mercados, aumentar vendas e, conseqüentemente, a lucratividade.

Grzebieluckas et al. (2007) dizem o seguinte sobre motivos pra diversificar:

Os benefícios da diversificação apontam que as firmas possuem estratégias de diversificação com o intuito de maximizar o seu valor. Singh et al. (2001) acreditam que a diversificação pode ser influenciada pela baixa performance e crescimento limitado. Tal afirmação é corroborada por Lang e Stulz (1994), os quais fornecem evidências de que firmas são motivadas a diversificar para potencialmente atrair maior crescimento. (GRZEBIELUCKAS et al., 2007).

Diversificar o produto é uma estratégia de mercado bastante válida no que diz respeito à ampliação das vendas e aumento de competitividade; dessa maneira é possível perceber que com produtos diversos há uma maior possibilidade de ampliação comercial. Construir uma organização sadia, baseada em uma boa estrutura organizacional e repleta de estratégias de vendas e aproveitamento de produtos, é de fundamental importância para obter resultados relevantes a curto, médio e longo prazo.

O modelo de cadeia de valor de Michael Porter nos apresenta o que seria crucial no que tange à melhoria da qualidade do processo produtivo do distrito Camburão, demonstrando um exemplo de estrutura adequado. A cadeia de valor de Michael Porter é um modelo que ajuda a analisar atividades específicas através das quais as empresas criam valor e vantagem competitiva, ou seja, é um conjunto de atividades que uma organização realiza para criar valor para os seus clientes. A maneira como as atividades dessa cadeia é realizada determina os custos e afeta os lucros.

A Figura 2 representa o modelo de cadeia de valor de Michael Porter.



Figura 2. Cadeia de Valor de Michael Porter.

Fonte: Rigolon (2004).

A figura acima representa uma cadeia de valor genérica na qual existem dois tipos de atividades gerais: apoio e primária. Esta representa as atividades envolvidas na criação física do produto e na sua venda e transferência para o comprador, bem como na assistência após a venda. Já as atividades de apoio sustentam as atividades primárias e a si mesmas, fornecendo insumos adquiridos, tecnologia, recursos humanos e várias funções da organização (RIGOLON, 2004).

Logística interna. Atividades associadas ao recebimento, armazenamento e distribuição de insumos no produto, como manuseio de material, armazenagem, controle de estoque, programação de frotas, veículos e devolução para fornecedores". Operações. Atividades associadas à transformação dos insumos no produto final, como trabalho com máquinas, montagem, manutenção de equipamentos, testes, impressão de operações e operação de produção. Logística externa. Atividades associadas à coleta, armazenagem e distribuição física do produto para os compradores, como armazenagem de produtos acabados, manuseio de materiais, operação de veículos de entrega, processamento de pedidos e programação. Marketing e vendas. Atividades associadas a oferecer um meio pelo qual compradores possam comprar o produto e a induzi-los a fazer isto, como propaganda, promoção, força de vendas, cotação, seleção de canal, relações com canais e fixação de preços. Serviço. Atividades associadas ao fornecimento de serviço para intensificar ou manter o valor do produto, como a instalação, conserto, treinamento de peças e ajuste ao produto. (RIGOLON, 2004).

As atividades de apoio são atividades que dão suporte às atividades primárias, sendo executadas em conjunto com elas. As quatro categorias genéricas de atividades de apoio são:

Aquisição. A função de compra de insumos empregados na cadeia de valor da empresa; Desenvolvimento de tecnologia – várias atividades que podem ser agrupadas, em termos gerais, em esforços para aperfeiçoar o produto e o processo; Gerência de recursos humanos – atividades envolvidas no recrutamento, na contratação, no treinamento, no desenvolvimento e na compensação de todos os tipos de pessoal; Infraestrutura da empresa – uma série de atividades, incluindo gerência geral, planejamento, finanças, contabilidade, problemas jurídicos, questões governamentais e gerência de qualidade. (RIGOLON, 2004).

A falta de cooperação entre os atores envolvidos na agricultura familiar do distrito acarreta o mal funcionamento comercial, de modo que o comércio individual se sobrepõe a qualquer perspectiva de crescimento em virtude da tentativa de alcançar objetivos individuais e não coletivos, limitando o desenvolvimento do bem comum.

O funcionamento adequado e eficiente de uma cadeia de valor depende impreterivelmente da estruturação consolidada, de recursos humanos comprometidos e capacitados. Assim, as cooperativas, por meio das atividades de apoio, ampliariam o potencial de qualificação de mão de obra e do controle do processo produtivo. A cadeia de valor inserida na cooperação entre os moradores do distrito amenizaria diversos problemas de coordenação das atividades primárias, sobretudo no que tange à produção, comercialização e beneficiamento de seus produtos (DOLAN e HUMPHREY, 2000; GEREFFI; HUMPHREY; STURGEON, 2005; MAYER e GEREFFI, 2010; PORTER, 1990).

3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa teve um caráter exploratório. Os dados foram obtidos por meio de questionário semiestruturado aplicado a produtores e comerciantes locais do distrito Camburão, zona rural da cidade de Alenquer-PA, em decorrência do alto índice de produtores da agricultura familiar. Os dados foram analisados por meio da Classificação Hierárquica Descendente (CHD), com auxílio do software IRAMUTEQ. O programa faz análises estatísticas de materiais verbais transcritos, classificando as palavras de acordo com a estrutura de conexidade e concorrência das palavras no texto, criando uma estrutura hierárquica de modo a formar clusters de acordo com o grau de associação, medido pelo Qui-quadrado (X^2), às suas respectivas classes (MARCHAND e RATINAUD, 2012; RATINAUD e MARCHAND, 2012). O software realiza um processo similar à análise de conteúdo.

Além desta parte introdutória, o artigo apresenta o delineamento, no qual foi possível identificar os fatores essenciais deste trabalho, contando ainda com o desenvolvimento e as discussões acerca da governança, da estruturação organizacional e da inter-relação destes elementos para o cooperativismo como estratégia de desenvolvimento.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados, após analisados, deram origem a cinco clusters de palavras que explicitaram os fenômenos que limitam o potencial cooperativo e de agregação de valor na cadeia produtiva. O cluster 4, denominado “Relações Comerciais”, mostra a problemática da governança da cadeia produtiva, em especial no que se refere à comercialização dos produtos, de modo que, no conjunto de respostas atreladas a esta problemática, as relações comerciais explicam 28,6% do contexto estudado.

É evidente que o cluster 5 e o cluster 1, denominados “Governança Cooperativa”, trazem à tona o conjunto de atores que se inter-relacionam diretamente com os atores locais. Mostram como é organizada a estrutura de poder que gerencia a cadeia produtiva local, além de elementos como a falta de informação e o acesso a atores locais relevantes para a eficiência produtiva. Dessa forma podemos dizer que a cooperativa poderia ser um agente de governança no elo produtivo, produzindo acesso à informação e ligação direta com instituições financeiras e órgãos públicos. A governança cooperativa explica 28,6% do contexto estudado.

Nos clusters 3 e 2, denominados “Impactos Esperados”, evidencia-se o conjunto de ações pelas quais são gerados benefícios para os cooperados junto às diferentes instituições públicas e privadas, tais como as intuições financeiras; mostra-se ainda que a atuação de órgão públicos na inserção de políticas que facilitem o acesso a meios de desenvolver a cooperação trará possibilidades do aumento da produção, aumento de renda e valorização do trabalho. Os impactos esperados explicam 42,8% do contexto estudado.

A Figura 3 apresenta dados da pesquisa realizada no local.

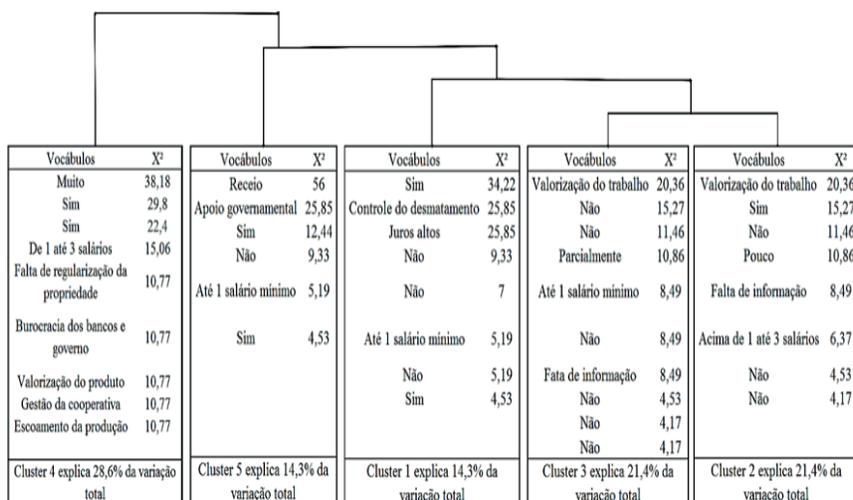


Figura 3. Classificação Hierárquica Descendente da problemática estudada.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Aprender a trabalhar em conjunto é um grande desafio em qualquer empreendimento coletivo. Neste cenário não seria tão diferente, pois o conflito de interesses, a ansiedade pelo retorno financeiro a curto prazo e o consenso de propostas entre os cooperados podem vir a ser um grande desafio ao se implantar uma cooperativa no distrito Camburão; mas tal situação esbarra na cultura local, que por sua vez está enraizada na produção individual.

A promoção da confiança social, por sua vez, exige que o governo exerça suas competências políticas em termos de incentivar a formação de associações cívicas e sociais, administrar suas relações com a sociedade civil e gerar mais diretamente o desenvolvimento de habilidades da força de trabalho. Os níveis de capital social e humano afetam a capacidade geral de um governo de impulsionar o crescimento econômico e fomentar o apoio público às suas políticas econômicas (WOO; RAMESH; HOWLETT, 2015).

Entre outras coisas, ter capital social ou uma população organizada em cooperativas, de modo que se confie a gestão e a mediação para resolver questões e tensões sociais, contribui para a “capacidade de adaptação” dos estados, especialmente quando confrontados com mudanças significativas que exigem ou levam a mudanças sociais.

Sabemos que se faz necessário que as competências do estado sejam combinadas com os recursos sistêmicos apropriados – neste caso, a confiança social e política –, para que os governos construam capacidade de legitimação. Em suma, a confiança política contribui para a capacidade política, garantindo o apoio público às políticas e contribuindo para o sustento das instituições políticas e dos governos, de maneira que a sociedade seja abrangida, aumentando assim a capacidade de empreender e promover ações coletivas de maneira eficiente (WOO; RAMESH; HOWLETT, 2015).

Os elementos acima citados, tal como a falta de governança, ficam evidentes quando se remete ao processo de formação de preços. Todos os respondentes alegaram que a definição do preço dos produtos se dá pelo comprador local ou atravessador. Tal situação interfere diretamente na rentabilidade dos pequenos agricultores locais, pois gera desmotivação quanto ao aumento da produção. Nesse contexto, podemos identificar que a cooperação traria maiores benefícios quanto ao poder de barganha junto aos atravessadores e possibilitaria expandir o comércio e agregar valor à produção (DOLAN e HUMPHREY, 2000; GEREFFI; HUMPHREY; STURGEON, 2005; MAYER e GEREFFI, 2010; PORTER, 1990). Com isso, aumentariam as parcerias entre os produtores, o que ajudaria na superação de barreiras impostas em virtude da desorganização e pelo monopólio dos compradores.

Mesmo com diversos problemas sociais e culturais no distrito Camburão, o cooperativismo mostra-se como uma saída viável no desenvolvimento da produção e comércio, tendo em vista que todos os moradores estão cientes dos benefícios que a cooperação pode vir a trazer. O beneficiamento do distrito com o fortalecimento do comércio local, aprimoramento de técnicas de cultivo, novos conhecimentos, melhor qualidade dos produtos, possibilidade de acesso ao crédito, traz muitas perspectivas

positivas aos moradores sobre a possibilidade de unir forças para alcançar objetivos em conjunto, sobretudo no que tange ao delineamento de estratégias públicas de crescimento econômico.

A atuação da gestão pública na comunidade é mínima, e a falta desta diminui a possibilidade de criar políticas públicas. Sabe-se que o governo é o principal ator no que concerne ao incentivo da produtividade, interligação entre comércios e implantação de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento social e econômico (NORTH, 1959; PETERS, 2015; WOO; RAMESH; HOWLETT, 2015).

A falta de governança vivenciada pelos moradores do distrito leva ao mau desenvolvimento local, devido à inibição da agregação de valor ao produto, e conseqüentemente a perdas de valor e dificuldades nas inter-relações comerciais na cadeia produtiva. Assim, um empreendimento coletivo possibilitaria melhorias na qualidade dos produtos, como padronização, acesso a fontes de crédito, disponibilidade de infraestrutura pública, melhorias de renda, oportunidades de novas parcerias comerciais, melhorias no escoamento dos produtos, oportunidades de capacitação e maior alcance comercial. Portanto, as cooperativas atuam como um agente que impulsiona a cadeia de valor, norteando as ações e construindo interligações comerciais, o que colocaria os atores em uma nova curva de aprendizado, ou seja, eles passariam a ser o ator central da estrutura de governança local.

Nesse contexto, podemos dizer que a cooperação é a principal saída para a governança no distrito Camburão. Um empreendimento coletivo atuaria para promover melhorias estruturais de escoamento e agregação de valor ao produto (AGUIAR, 1992; COOK, 1995; EMANA, 2009; OLSON, 1999; SIMIONI e SIQUEIRA; BINOTTO, 2009). Assim, a atuação desta cooperativa seria imprescindível para mitigar os problemas locais, sobretudo no que tange a estradas com buracos e poeira em excesso, que se tornam um inimigo na hora de negociar os produtos que saem do local, uma vez que atravessadores alegam que a logística para o transporte dos produtos se torna mais cara, e por isso pagam um menor preço pelos produtos. A falta de acondicionamento apropriado também é um problema: não há qualquer meio adequado de acondicionar os produtos, o que faz com que os produtores tenham pressa em vendê-los para evitar possíveis perdas. Como não há acondicionamento adequado, produtores usam suas próprias residências como local de armazenamento.

Sabemos que o acondicionamento adequado de produtos é muito importante, pois este possibilita pontos comerciais fundamentais, como ações estratégicas de comercialização (PORTER e MONTGOMERY, 1998). Neste sentido, muitos produtos possuem alto valor comercial em períodos de safra e entressafra, alguns produtos possuem alta perecibilidade; sabemos ainda que a procura por esses produtos no período de entressafra acaba por elevar o valor comercial deles, uma vez que sua oferta diminui, e dessa forma o acondicionamento ajuda no armazenamento e na venda em períodos de

valorização do produto.

O acondicionamento adequado traz diversos benefícios a diferentes produtos; o armazenamento em lugares específicos tem as suas necessidades, tais como refrigeração, ventilação, iluminação etc., que agregam ao produto maior valor e maior tempo de durabilidade, evitando desperdícios e prejuízos.

O comércio do distrito Camburão é bastante falho devido aos problemas acima citados, e é neste contexto que os atravessadores assumem o papel de “agentes comerciais” do local: eles compram os produtos abaixo do preço de mercado, fazendo com que os produtores e comerciantes se sintam desmotivados a aumentar a produção, e nessa situação muitos deixam de produzir para comercializar e passam a produzir apenas para o consumo próprio.

A interferência desse tipo de comércio acaba afetando a cadeia de valor dos produtos, pois atravessadores passam a ter o monopólio de sua compra, definindo os preços e caracterizando o comércio local negativamente. Tal situação também está correlacionada à falta de infraestrutura e acondicionamento, uma vez que estes problemas colaboram negativamente na hora de negociar, pois pequenos produtores passam a não ter perspectivas de comercializar seus produtos em outros locais.

Uma solução para esse problema seria o melhor aproveitamento do produto por parte dos atores envolvidos na produção local, com a identificação do produto através da criação de uma marca, embalagens de identificação, o uso acentuado de todo o material de modo que não haja desperdício, a fixação de preços, a busca por parceiros comerciais e a melhoria constante da qualidade do produto.

4.1 Implantação de cooperativa no distrito Camburão

A falta de pensamento coletivo aonde a melhor exploração e comercialização viria do trabalho em grupo acarreta os problemas apresentados. A busca incessante pelo crescimento individual, quando as negociações produtivas e comerciais se dão de formas mínimas e insustentáveis, acaba por acarretar problemas não somente a um indivíduo, mas a todos.

É nesse momento que se dá a oportunidade de quebrar esse paradigma da cultura do trabalho individual e apresentar aos moradores locais meios coletivos que possam valorizar tudo o que produzem – não esquecendo que o governo é o principal ator no que concerne ao incentivo da ação coletiva, dando o suporte técnico e especializado aos envolvidos no manejo de espécies e elaborando políticas públicas que simplifiquem a instalação de organizações coletivas, tal como uma cooperativa.

A cooperação está cada vez mais presente nas discussões e debates de alternativas para acelerar o desenvolvimento econômico e social dos países, como parte da solução para diversos problemas de uma sociedade mais complexa (CARDOSO; CARNEIRO; RODRIGUES, 2014). As organizações coletivas têm-se apresentado como uma importante

ferramenta para a defesa dos interesses deste setor econômico, na busca por melhores condições produtivas e comerciais. Assim, a ação coletiva é vista como meio de desenvolver o setor, dar condições para seu progresso, munindo-o com informações e ditando uma orientação com vistas a um mercado mais eficiente (SIMIONI; SIQUEIRA; BINOTTO, 2009).

Nesse contexto, a cooperação entre as empresas tem-se destacado como um meio capaz de torná-las mais competitivas. Fortalecer o poder de compra, compartilhar recursos, combinar competências, dividir o ônus de realizar pesquisas tecnológicas, partilhar riscos e custos para explorar novas oportunidades, oferecer produtos com qualidade superior e diversificada são estratégias cooperativas que têm sido utilizadas com mais frequência, anunciando novas possibilidades de atuação no mercado. Portanto, para melhor orientação e valorização dos produtos desta cadeia, a instalação de uma cooperativa viria a mitigar os problemas apresentados e discutidos, uma vez que atuaria como ator coordenador da estrutura de valor.

5 | CONCLUSÃO

O fortalecimento do comércio local depende não somente da quantidade daquilo que se produz, mas sim na maneira de como todo esse produto é escoado. O estudo mostrou que a produção local do distrito Camburão é um grande expoente no que se refere à expressividade econômica e social; porém, não muito explorados no meio comercial, tais recursos acabam por perder seus valores de venda, tornando, assim, o que seria uma ótima fonte de desenvolvimento socioeconômico em apenas um meio de subsistência da família.

A falta de organização e de um coordenador que seja responsável por todo o processo produtivo, desde o início da produção até a comercialização, gera uma acentuada desvantagem comercial aos envolvidos no manejo desses produtos, uma vez que, sem a presença desse coordenador, o comércio local passa a ser desorganizado, fazendo assim com que os produtores e extrativistas passem a comercializar seus produtos a preços definidos pelo comprador.

Existe ainda a problemática da falta de relacionamento entre comprador e vendedor, por meio da qual passa a não ocorrer o vínculo de confiança entre ambos, o que leva a não haver certeza de compra e venda dos produtos e pode acarretar prejuízo comercial a ambos.

A implantação de uma cooperativa no distrito Camburão mostra-se como um grande desafio, tendo em vista que existe a possibilidade de conflitos entre os cooperados, pois o trabalho individual faz parte da cultura local; ainda assim, deve-se atribuir à implantação de uma cooperativa uma fonte de organização e cooperação comercial.

A figura do governo se faz de grande importância para incentivar qualquer oportunidade de desenvolvimento; neste caso, a solidificação de parcerias e a implantação

de políticas públicas, no intuito de facilitar e dar suporte ao desenvolvimento da cooperação local são de grande valia para criar uma entidade coordenadora do comércio, trazendo capacitação profissional por meio de extensão rural e empregando o apoio de mão de obra especializada para dar suporte ao processo de manejo.

As vantagens de se cooperar podem vir a trazer grandes manifestações positivas quanto ao desenvolvimento socioeconômico a médio e longo prazo. As possibilidades de aumento de renda, capacitação técnica, aumento de produção e vantagem competitiva sobre o comércio são algumas das oportunidades que a cooperação pode vir a trazer aos produtores, extrativistas e comerciantes locais.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, F. **La lógica de la cooperación**. Madrid: Pablo Iglesias, 1992.

CAMARGO, B. V.; JUSTO, A. M. IRAMUTEQ: **Um software gratuito para análise de dados textuais**. Temas em Psicologia, v. 21, n. 2, p. 513–518, 2013.

CARDOSO, U. C.; CARNEIRO, V. L. N.; RODRIGUES, E. R. Q. **Cooperativa**. Brasília: Sebrae, 2014. (Série Empreendimentos Coletivos).

COOK, M. L. **The future of US agricultural cooperatives: a neo-institutional approach**. American Journal of Agricultural Economics, v. 77, n. 5, p. 1153–1159, 1995.

COSTA, D. P. et al. **Management of cooperatives for socioeconomic development in Vila Camburão in the municipality of Alenquer, with emphasis on cumaru**. International Journal of Development Research, v. 08, n. 09, p. 22777-22781, Sept. 2018.

DOLAN, C.; HUMPHREY, J. **Governance and trade in fresh vegetables: the impact of UK supermarkets on the african horticulture industry**. Journal of Development Studies, Amsterdã, v. 37, n. 2, p. 147–176, 2000.

EMANA, B. et al. **Cooperatives: a path to economic and social empowerment in Ethiopia**. Dar es Salaam: International Labour Office, 2009.

GEREFFI, G.; HUMPHREY, J.; STURGEON, T. **The governance of global value chains**. Review of International Political Economy, London, v. 12, n. 1, p. 78–104, fev. 2005.

GRZEBIELUCKAS, C. et al. **Estratégia de diversificação: conceitos, motivos e medidas**. In: Encontro de estudos em estratégia, 3, 2007, São Paulo. Anais..., São Paulo, 2007.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agro 2017**. Resultados preliminares. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=15&tema=76330>. Acesso em: 15 abr. 2019.

MARCHAND, P.; RATINAUD, P. **L'analyse de similitude appliquéé aux corpus textuelles: les primaires socialistes pour l'élection présidentielle française**. In: Actes des 11eme Journées internationales d'Analyse statistique des Données Textuelles – JADT. Liège, Belgique: JADT, 2012.

MAYER, F.; GEREFFI, G. **Regulation and economic globalization: prospects and limits of private governance.** Business and Politics, Berkeley, v. 12, n. 3, p. 1-25, jan. 2010.

NORTH, D. **Location theory: an regional economic growth.** Journal of Political Economics, v. 63, n. 3, p. 243–258, 1959.

OLSON, M. **A lógica da ação coletiva: os benefícios públicos e uma teoria dos grupos sociais.** São Paulo: EDUSP, 1999.

PETERS, B. G. **Policy capacity in public administration.** Policy and Society, v. 34, n. 3-4, p. 219-228, 3 set. 2015.

PORTER, M. E. **The competitive advantage of nations.** New York: The Free Press, 1990.

PORTER, M.; MONTGOMERY, C. A. **Estratégia: a busca da vantagem competitiva.** 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998. V. 4.

RATINAUD, P.; MARCHAND, P. **Application de lá méthode ALCESTE aux «gros» corpus et stabilité des «mondes lexicaux» : analyse du «CableGate» avec IRAMUTEQ.** In: Actes des 11eme Journées internationales d'Analyse statistique des Données Textuelles – JADT. Liège, Belgique: JADT, 2012. p. 835–844.

RIGOLON, R. **Como possibilitar a análise da cadeia de valores na Conex Construções e Empreendimentos Imobiliários e utilizá-la para maximizar o rendimento da empresa e o valor oferecido ao cliente.** 2004. 61 fl. Projeto técnico (Especialização em Gestão Empresarial) – Centro de Pesquisa e Pós-Graduação em Administração, Departamento de Administração Geral e Aplicada, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

SEN, A.; KLIKSBURG, B. **As pessoas em primeiro lugar: a ética do desenvolvimento e os problemas do mundo globalizado.** São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

SIMIONI, F.; SIQUEIRA, E.; BINOTTO, E. **Lealdade e oportunismo nas cooperativas: desafios e mudanças na gestão.** Revista de Economia e Sociologia Rural, Brasília, v. 47, n. 3, p. 739-765, jul.-set. 2009.

WOO, J. J.; RAMESH, M.; HOWLETT, M. **Legitimation capacity: system-level resources and political skills in public policy.** Policy and Society, v. 34, n. 3-4, p. 271–283, 3 set. 2015.

CAPÍTULO 20

PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA A PARTIR DA PERCEPÇÃO DOS AGRICULTORES FAMILIARES DA FEIRA MUNICIPAL DE SÃO MIGUEL DO GUAMÁ - PARÁ, BRASIL

Data de aceite: 11/09/2020

Milton Garcia Costa

Universidade Federal Rural da Amazônia
<http://lattes.cnpq.br/2432477902341620>

Adrielly Sousa da Cunha

Universidade Federal Rural da Amazônia
<http://lattes.cnpq.br/3580397729160149>

Marinara de Fátima Souza da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia
<http://lattes.cnpq.br/5858077875082343>

Carlos Douglas de Sousa Oliveira

Universidade Federal Rural da Amazônia
<http://lattes.cnpq.br/1311138811887876>

Magda do Nascimento Farias

Universidade Federal Rural da Amazônia
<http://lattes.cnpq.br/9532599729307011>

Washington Duarte Silva da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia
<http://lattes.cnpq.br/3438507972297914>

Maria Thalia Lacerda Siqueira

Universidade Federal Rural da Amazônia
<http://lattes.cnpq.br/0287385437369577>

Elizabeth Kamilla Taveira da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia
<http://lattes.cnpq.br/2687792291129016>

Jamison Pinheiro Ribeiro

Universidade Federal Rural da Amazônia
<http://lattes.cnpq.br/7544583811693787>

Luiz Carlos Pantoja Chuva de Abreu

Universidade Federal Rural da Amazônia
<http://lattes.cnpq.br/7090731400143029>

RESUMO: As feiras municipais são importantes fontes de comercialização de produtos da agricultura familiar e estratégicas para o desenvolvimento da economia regional. O município de São Miguel do Guamá-PA apresenta expressiva atividade produtiva da agricultura familiar e tímida produção ecológicas de produtos agrícolas. A agricultura familiar é importante fonte de fornecimento de matéria prima e alimentos para o meio urbano, sendo responsável pela geração de renda no campo e segurança alimentar, tanto no campo, quanto nas cidades. Esse modelo de agricultura é responsável pela maior parte da produção agroecológica dos alimentos, assim produzindo alimentos de boa qualidade e sem utilização de agrotóxicos. O trabalho teve objetivo de avaliar a importância da agricultura familiar e como seus produtos são produzidos e comercializados na feira municipal do município de São Miguel do Guamá, buscando mapear o uso de práticas agroecológicas nesse sistema de produção familiar. O estudo foi realizado por meio de metodologia qualitativa e qualitativa, tendo como objeto de pesquisa os feirantes da feira municipal de São Miguel do Guamá-PA. Para o acesso às informações sobre os feirantes e suas formas de produção foram elaborados questionários contendo questões objetivas e subjetivas. Constatou-se que 37,5% dos feirantes produtores vieram de outros municípios da região Nordeste Paraense, 62,5% dos feirantes produtores possuem somente o ensino fundamental e verificou-se que os mesmos possuem um saber limitado sobre produção agroecológica. Observou-se, que 46% da produção é comercializada na feira

e os produtos mais comercializados são hortaliças folhosas e temperos processados. Os resultados deste trabalho, aponta a necessidade de elaboração ou proposição de políticas públicas socioeconômicas e agroecológicas, uma vez que os mesmos realizam essas práticas ecológicas de forma tímida e desorganizada, sem uma consciência para a importância desse tipo de produção.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura orgânica, agroecologia, produção ecológica, comercialização, hortaliças orgânicas.

AGROECOLOGICAL PRODUCTION FROM THE PERCEPTION OF FAMILY FARMERS AT THE MUNICIPAL FAIR IN SÃO MIGUEL DO GUAMÁ - PARÁ, BRAZIL

ABSTRACT: The municipal fairs are important sources of commercialization of family farming products and strategic for the development of the regional economy. The Municipality of São Miguel do Guamá - PA presents expressive production of family agriculture and average ecological production of agricultural products. Family farming is an important source of raw material and food supplies for the urban environment, and is responsible for field generation and food security, both in the countryside and in cities. This model of agriculture is responsible for the agroecological production of food, as well as food of good quality and without the use of agrochemicals. The municipal municipality of São Miguel do Guamá, seeking to map the use of agroecological practices in the family production system. The study was carried out by means of a qualitative and qualitative methodology, having as research object the fairgrounds of the municipal fair of São Miguel do Guamá-PA. In order to obtain information about the forms of production and the forms of production, questions were elaborated on subjective and subjective questions. It was found that 37.5% of the coffee producers came from other municipalities in the Paraense Northeast, 62.5% of the fairgrounds were endowed with fundamental instruments and it was verified that the last indicators have an income on agroecological production. Observations, 46% of the production in commercial products and commercial products are hardwood and processed seasonings. The results of this work are directed to the realization of a policy of economic and agroecological conditions, since they carry out ecological practices in a temporary and disorganized way, since they carry out types of production.

KEYWORDS: Organic farming, agroecology, ecological production, commercialization, organic vegetables.

1 | INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira tem destaque no cenário internacional por ser uma das maiores do mundo e representa fonte de matéria prima e alimentos para muitos países. A agricultura brasileira contém diversos modos de fazer agricultura, entre as quais a produção agrícola familiar, encontrada em extensas e importantes regiões do país (DELGADO e BARGAMASCO, 2017). A agricultura brasileira familiar é extremamente diversificada, podendo encontrar produtores que vivem em pequenas propriedades em condições de extrema pobreza e produtores inseridos no moderno agronegócio que logram gerar renda

superior (BUAINAIN, 2006).

Nas últimas décadas, no Brasil, a agricultura familiar estabeleceu a sua importância no contexto econômico e desenvolvimento do campo, esse processo representa a conjunção da luta dos movimentos sociais do campo, organizados por agricultores familiares, em prol de uma política pública específica para a agricultura familiar (MATTEI, 2014). A organização social da produção agrícola baseada no trabalho familiar favorece a conciliação entre a complexificação desejada, resultando uma agricultura ambientalmente sustentável, por causa de sua produção diversificada, integrando atividades da agricultura e pecuária (ASSIS e ROMEIRO, 2005).

Agricultura familiar tem se apresentado como uma alternativa modeladora de um desenvolvimento menos excludente e mais equilibrado ambientalmente (SANTOS e MITJA, 2016). Atualmente, a agricultura familiar brasileira é responsável por 87% da produção total da mandioca, 70% da produção total do feijão, 46% da produção total do milho, 38% da produção total do café, 58% produção total do leite, 59% produção total de suínos, 50% do plantel de aves e 30% do plantel de bovinos (MATTEI, 2014).

Na região amazônica, a agricultura familiar apresenta-se com características específicas, em comparação com as outras regiões do país, sobretudo porque apresenta características extrativista e a maioria dos agricultores trabalha principalmente com a produção de alimentos (SANTOS e MITJA, 2016). Para a sustentabilidade do desenvolvimento da agricultura familiar, região amazônica, é necessário que haja a capacidade de viabilidade econômica, pela capacidade de competir com outras modalidades de organização produtivas e de cumprir com as funções estratégias que os agricultores têm desde a separação entre campo e cidade (BUAINAIN, 2006).

Para que haja sucesso do desenvolvimento da agricultura familiar, são necessários lançar estratégias de preparação dos agricultores familiares possam ter capacidade de competir de forma sustentável nos mercados globalizados, promovendo condições para estes possam aproveitar as oportunidades criadas nesses mercados e investir na potencialidade das vantagens e na redução das desvantagens competitivas inerentes a agricultura familiar (BUAINAIN, 2006).

As feiras familiares são estratégias que podem ser utilizadas para fortalecimento do desenvolvimento da agricultura familiar, sendo canais de comercialização dos produtos familiares e locais de aproximação entre produtores/feirantes e consumidores. Sendo, característicos das feiras familiares, os seus produtos tornam-se mais atrativos em relação a supermercados, fruteiras e outros meios de comercialização, em função da maior diversidade e qualidade, da dinâmica peculiar da negociação dos preços e atendimento diferenciado (MICHELLON; MOLINA; COSTA, 2009).

As feiras são locais tradicionais que os agricultores familiares podem comercializar os seus produtos diretamente da propriedade rural. Nesse sentido, considera-se que as feiras podem ser uma forma de organização formal ou informal que pretende buscar

interação entre atores sociais (produtores, consumidores e público geral), podendo ser considerada uma estratégia para o desenvolvimento regional e local (CHUQUILLANQUE, 2015).

As feiras livres formam um instrumento socioeconômico de inclusão dos feirantes produtores, permitindo que os agricultores estabeleçam uma relação direta de comercialização com o consumidor, sem a necessidade de intermediários, portanto, aumentando a disponibilidade deste em agregar valores nos produtos comercializados, logo os mesmos consigam ampliar a margem de lucro (SANTOS et al., 2016).

Embora não seja a totalidade, mas a maioria dos feirantes são também agricultores familiares, ou seja, são os que produzem parte dos produtos comercializados ou a totalidade dos produtos, sendo estes produtores de frutas, legumes e grãos (MICHELLON; MOLINA; COSTA, 2009).

Desta maneira, o objetivo do trabalho foi avaliar a importância da agricultura familiar e como seus produtos são produzidos e comercializados na feira municipal do município de São Miguel do Guamá - PA, buscando mapear o uso de práticas agroecológicas nesse sistema de produção familiar.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no mês de abril de 2018 no município de São Miguel do Guamá (Figura 1) na região Nordeste Paraense. O município possui uma população de 57.364 habitantes e densidade de 46,45 hab/km² (IBGE, 2017). O estudo foi realizado por meio de metodologia qualitativa e quantitativa, junto aos feirantes da feira municipal de São Miguel do Guamá, composta por vinte (20) feirantes, sendo dez (10) feirantes/agricultores, que produzem grande parte do que é comercializado e 10 (dez) feirantes, que são apenas comerciantes.

Foram aplicados questionários para oito (08) feirantes, que são agricultores familiares, representando 80% dos feirantes da feira municipal. O questionário contém questões objetivas e subjetivas.

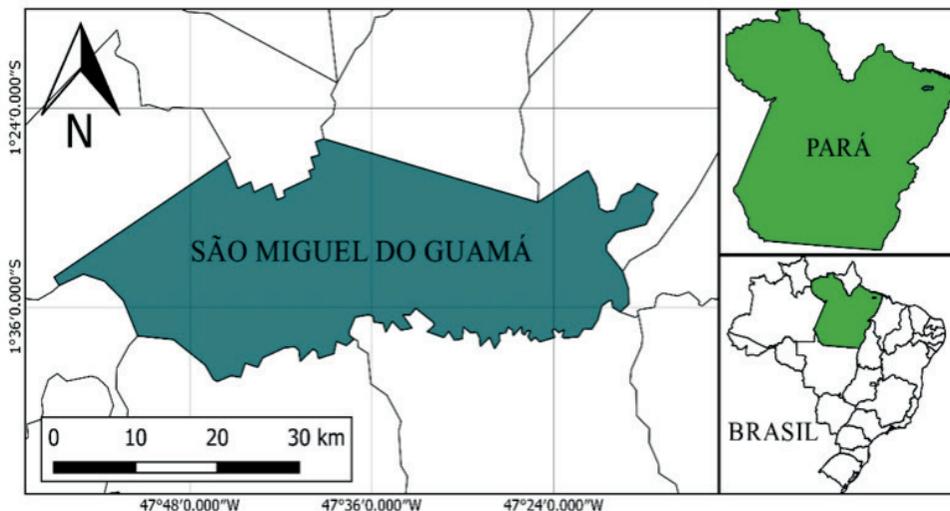


Figura 1. Mapa de localização do município de São Miguel do Guamá, nordeste paraense.
 Fonte: Autores, 2019.

As entrevistas foram feitas utilizando-se um roteiro com perguntas que permitiam respostas abertas, tendo sido estas agrupadas e tabuladas, posteriormente, em função da ideia geral do pensamento apresentado pelos agricultores em relação a cada ponto que foi questionado.

As questões tinham como interesse identificar o perfil dos feirantes produtores, verificar os produtos mais comercializados, produtos mais procurados pela comunidade na feira municipal e apurar quais são os produtos que são procurados pelos consumidores, porém não são encontrados na feira municipal de São Miguel do Guamá, além de buscar compreender os saberes agroecológicos do agricultores e a forma de produção dos produtos comercializados.

Após aplicação do questionário, foi realizada análise final dos dados, utilizando-se de ferramentas estatísticas descritivas com representações gráficas e tabulares, incluindo as reflexões e discussões geradas pelo resultado.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os feirantes produtores apresentaram uma variação de idade de 21 a 58 anos, sendo que quatro entrevistados possuem idades de 20 a 30 anos, dois entrevistados têm idades de 30 a 40 anos e dois possuem idades acima de 40 anos. Nesse sentido, constata-se que os jovens estão inseridos nas atividades de agricultura familiar, mesmo que essas atividades agrícolas apresente características, tais, como: a penosidade de trabalho, a falta de motivação e autonomia na realização das atividades, a renda irregular e a instabilidade

climáticas, que, em geral, estimulam o êxodo dos jovens do meio rural (FOGUESATTO et al., 2016).

Nesse cenário, os jovens têm como contrapartida, o estímulo do meio urbano, como a possibilidade de uma gama de oportunidades econômicas, trabalhos com menor penosidade, uma renda regular e outras possibilidades (BRUMER, 2007), que se apresentam como formas de trabalho mais interessantes para a juventude rural. Assim, Drebes (2014), afirma que os jovens constituem uma categoria, é a categoria que pertencem ao grupo social dos mais vulneráveis ao êxodo rural, conseqüentemente não participando da sucessão geracional da agricultura familiar, o que se apresenta como um dos principais desafios para o desenvolvimento rural na atualidade.

Na feira de São Miguel do Guamá verificou-se uma maior inserção das mulheres nas atividades em relação aos homens, obtendo 87,5% dos entrevistados desta pesquisa, indicando que no referido município as mulheres são responsáveis, na maioria dos casos, pela comercialização dos produtos produzidos no campo, considerando a feira pesquisada. Pereira et al. (2017), também constatou em estudo da feira de Conceição do Mato Dentro em Minas Gerais, em que 73% das mulheres são responsáveis pela comercialização da produção. Por outro lado, Lisboa e Lusa (2010), afirmam que as mulheres possuem um papel essencial na gestão dos recursos naturais das propriedades rurais, devido a sua responsabilidade no sustento da alimentação da família, o que demonstra a importância das mulheres na segurança alimentar da própria agricultura familiar.

Foi constatado também, que 62,5% dos feirantes produtores possuem o ensino fundamental incompleto, 25% possuem o ensino fundamental completo e 12,5 % ensino médio incompleto (Figura 2). Nesse sentido, concorda-se com Carneiro (1998), ao afirmar que a educação nas zonas rurais dos municípios brasileiros constituem com pouco recursos e, as vezes, desassistido pelo Estado, que fragiliza a garantia da permanência do homem no campo, sendo normalmente encontrada em formas precárias e ofertando somente os anos iniciais do ensino fundamental (CARNEIRO, 1998).

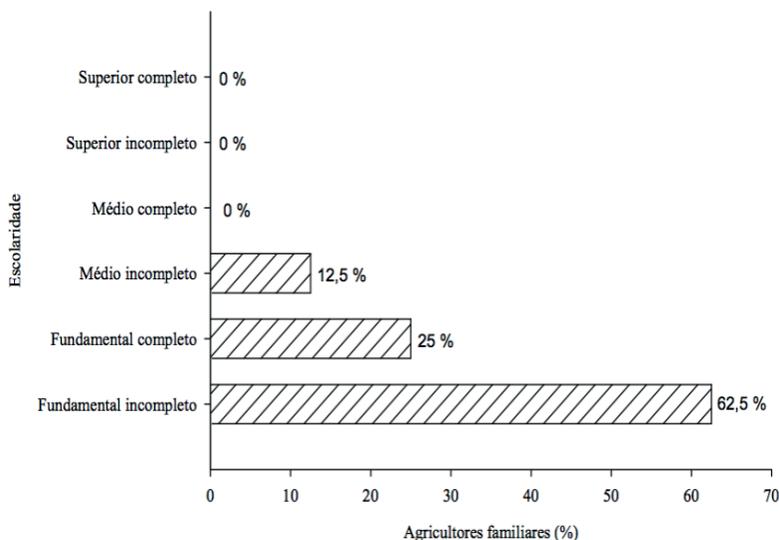


Figura 2. Nível Escolaridade dos agricultores familiares produtores na feira do município de São Miguel do Guamá em 2018.

Entende a baixa escolaridade constatada nesta pesquisa, pode ser justificada pela dupla jornada que os jovens do campo muitas vezes desenvolvem, tendo que ajudar nas atividades ligadas à agricultura familiar e ao processo de formação educacional, podendo ocorrer o abandono muitas vezes dos estudos para se dedicarem às atividades produtivas familiares.

Constatou-se, que os agricultores familiares entendiam a agricultura familiar como um meio de sobrevivência dessa categoria, considerando a atividade da agricultura essencial para a sociedade, pois resulta em melhorias para a sociedade, uma vez que oferta produtos mais saudáveis e seguros para alimentação da população. Os alimentos produzidos pela agricultura familiar são fundamentais para uma alimentação saudável, pois geralmente os alimentos produzidos são *in natura* ou minimamente processados, de procedência conhecida, consequentemente torna-se mais confiável, garantindo uma alimentação mais saudável (FERIGOLLO et al., 2017).

Os feirantes produtores veem que a agricultura familiar necessita de melhorias, que falta recursos para um trabalho digno no campo, mas reconhecem que ocorreram melhorias no decorrer do tempo. Na nova realidade rural, observa-se que as decorrentes contradições advindas da expansão das relações capitalistas na agricultura acirram o contraponto entre lógicas ou modos de produção agrícola (MOLINA e FREITAS, 2015).

Os produtos mais vendidos e mais procurados pelos consumidores na feira são alface (*Lactuca sativa* L.), cheiro verde (*Coriandrum sativum* L.), couve (*Brassica oleracea* L.), jambú (*Acmella oleracea* (L.) R.K. Jansen), pimentinha (*Capsicum frutescens* L.),

chicória (*Cichorium intybus* L.) e temperos, tais como:, cominho e colorau, sendo estes dois últimos adquiridos pelos feirantes em forma já processada.

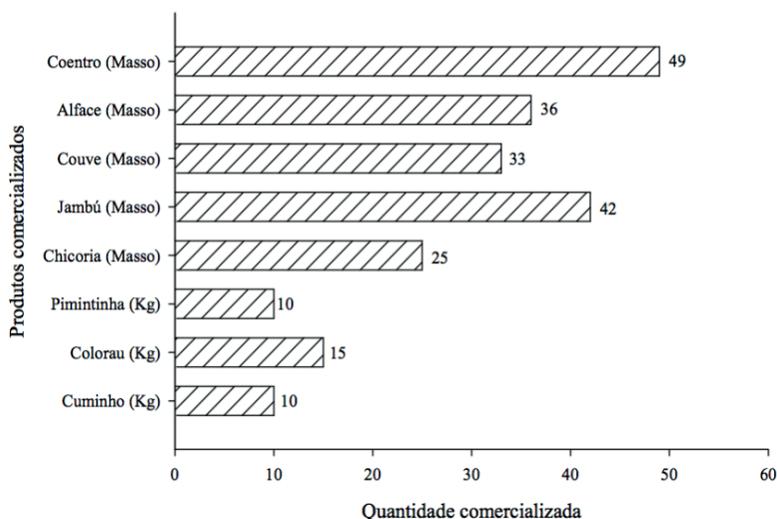


Figura 3. Produtos mais comercializados pelos feirantes produtores de São Miguel do Guamá em 2018.

Verificou-se também, que os produtos procurados pelos consumidores, porém não presentes na feira, foram Salsa (*Petroselinum crispum* (Mill.) Mansf.), Rúcula (*Eruca sativa* Lam.), feijão de corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), quiabo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench), jerimum (*Cucurbita* spp.), cenoura (*Daucus carota* subsp. *sativus* (Hoffm.) Arcang.), orégano (*Origanum vulgare* L.), alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.), alfavaca (*Lavandula angustifolia* Mill.) e alfazema (*Ocimum basilicum* L.).

Constatou-se que 50% dos feirantes produtores produzem todos os produtos comercializados na feira e 50% desses produtores produzem uma parte e compra outra parte de outros agricultores familiares do próprio município. Segundo os produtores rurais feirantes, a sua produção é 46% comercializada na feira, tendo uma variação de 10% a 80% entre os agricultores familiares (Figura 4).

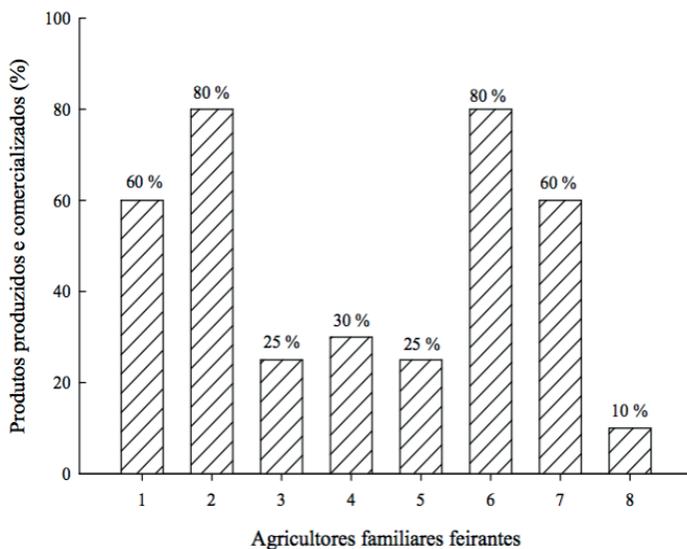


Figura 4. Quantidades de produtos produzidos por agricultores familiares e comercializado na feira do município de São Miguel do Guamá em 2018.

Questionou-se os feirantes produtores sobre o significado da produção ecológica. Nesse sentido, constatou-se que os mesmos possuem um conhecimento limitado sobre esse tema, especialmente sobre as formas de produção agroecológica, mas também sobre as vantagens econômicas e os mercados específicos para os produtos dessa natureza. Assim, demonstra a necessidade de implantação políticas públicas locais voltadas para o campo, com vistas ao fortalecimento da agricultura familiar e da segurança alimentar dos agricultores familiares e da população em geral. Tais políticas visam garantir aos agricultores familiares qualidades de vida e dignidade no campo, possibilitando a fixação do homem no campo, assim interrompendo o intenso fluxo do êxodo rural.

Por outro lado, apesar de os agricultores familiares feirantes não conhecerem o tema da agroecologia, constata-se, por meio do discurso dos mesmos que, na prática, eles desenvolvem de alguma forma atividades produtivas agroecológicas, apesar de o cultivo orgânico ser caracterizado por formas complexas ao saber tradicional desses agricultores que já estão habituados com o sistema tradicional de cultivos agrícolas, isto é, com o uso de insumos químicos.

Entre as práticas de produção ecológicas, foram relatadas pelos interlocutores a utilização de esterco bovino, esterco de galinha e serragem. Existe uma necessidade que ocorra a intensificação de práticas agroecológicas e empoderamento dos agricultores para que os mesmos passem a dar maior importância à produção e ao consumo de alimentos orgânicos. O crescente número de adeptos dos produtos orgânicos, torna-se impressionante ainda mais a demanda por alimentos produzidos sem agrotóxicos (SCHULTZ;

4 | CONCLUSÕES

A feira municipal de São Miguel do Guamá constitui um importante local para comercialização dos produtos dos agricultores familiares, sendo essencial para o contato com os consumidores. Os produtos da agricultura familiar garantem maior segurança alimentar, tanto para os agricultores familiares, quanto para a população em geral, além de fornecer a maior parte dos alimentos para sociedade brasileira na atualidade.

Os resultados desta pesquisa apontam para a necessidade de elaboração ou proposição de políticas públicas socioeconômicas e agroecológicas, uma vez que os mesmos realizam essas práticas ecológicas de forma tímida e desorganizada, sem uma consciência para a importância desse tipo de produção, que além de melhorar a segurança alimentar da população local, ainda melhora a renda dos agricultores familiares, haja vista que este tipo de produto tem um valor de mercado, pelo menos 30% superior ao valor dos produtos convencionais.

Constata-se também, que a feira municipal de São Miguel do Guamá não oferta todos os produtos que a população de forma geral busca, talvez por falta de assistência técnica e extensão rural eficaz, que busque auxiliar os agricultores familiares a desenvolverem alternativas de produção, de acordo com a demanda local.

Portanto, a feira municipal é essencial para comercialização dos produtos da agricultura familiar, porém os agricultores familiares precisam de uma atenção maior dos gestores públicos, para que possam fortalecer a agricultura, inclusive com práticas agroecológicas e gerar condições dignas e promoção da qualidade de vida desses agricultores.

REFERÊNCIAS

ASSIS, R. L.; ROMEIRO, A. R. **Agroecologia e agricultura familiar na região centro-sul do estado do Paraná**. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 43, n. 1, p. 155-177, 2005.

BRUMER, A. **A problemática dos jovens rurais na pós-modernidade**. In: CARNEIRO, M. J.; CASTRO, E. G. de (Org.). Juventude Rural em Perspectiva. Rio de Janeiro: Mauad, 2007.

BUAINAIN, A. M. **Agricultura familiar, agroecologia e desenvolvimento sustentável: questões para debate**. CEP, Brasília, v. 71, p. 450, 2006.

CARNEIRO, M. J. **O ideal urbano: campo e cidade no imaginário de jovens rurais**. Mundo rural e política: ensaios interdisciplinares. Rio de Janeiro: Campus, p. 95-118, 1998.

CHUQUILLANQUE, D. A. et al. **Caracterização da produção agrícola e dos feirantes da agricultura familiar no Município de São Lourenço do Sul-RS**. In: V Congresso Latinoamericano de Agroecología-SOCLA (La Plata, 2015). 2015.

DELGADO, G. C.; BERGAMASCO, S. M. P. P. (Org.). **Agricultura familiar brasileira: desafios e perspectivas de futuro**. Brasília, DF: NEAD, 2017.

DREBES, L. M. **Projeto de juventude rural, campos de possibilidades e migração: um estudo documental do Centro de Desenvolvimento do Jovem Rural (CEDEJOR)**. Revista Monografias Ambientais, Santa Maria, v.13, n.5, p.4087-4098, 2014.

FERIGOLLO, D. et al. **Aquisição de produtos da agricultura familiar para alimentação escolar em municípios do Rio Grande do Sul**. Revista de Saúde Pública, São Paulo, v. 51, n. 1, p.1-10, 2017.

FOGUESATTO, C. R. et al. **Fatores relevantes para a tomada de decisão dos jovens no processo de sucessão geracional na agricultura familiar**. Revista Paranaense de Desenvolvimento-RPD, Curitiba, v. 37, n. 130, p. 15-28, 2016.

JUNIOR, E. R.; SEABRA, L. F. G. **Relações entre o nível socioeconômico e qualidade de vida na agricultura familiar da Amazônia**. Revista de Administração de Roraima-RARR, Boa Vista, v. 2, n. 1, p. 88-109, 2015.

LISBOA, T. K.; LUSA, M. G. **Desenvolvimento sustentável com perspectiva de gênero—Brasil, México e Cuba: mulheres protagonistas no meio rural**. Revista Estudos Feministas, v. 18, n. 3, p. 871, 2010.

MATTEI, L. **O papel e a importância da agricultura familiar no desenvolvimento rural brasileiro contemporâneo**. Revista Econômica do Nordeste, v. 45, n. 5, p. 83-92, 2014.

MICHELLON, E.; MOLINA, S. C.; COSTA, T. R. **Feira do produtor rural pela visão dos consumidores**. In: Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar. VI EPCC. 2009.

MOLINA, M. C.; FREITAS, H. C. F. **Avanços e desafios na construção da Educação do Campo**. Em Aberto, v. 24, n. 85, 2015.

PEREIRA, V. G. et al. **A feira-livre como importante mercado para a agricultura familiar em Conceição do Mato Dentro (MG)**. Revista Ciências Humanas, Taubaté, v. 10, n. 20, 2017.

SANTOS, A. M.; MITJA, D. **Agricultura familiar e desenvolvimento local: os desafios para a sustentabilidade econômico-ecológica na comunidade de Palmares II, Parauapebas, PA**. Interações (Campo Grande), v. 13, n. 1, 2016.

SANTOS, J. J. A. et al. **Comercialização e destino de frutas e hortaliças após as feiras agroecológicas de municípios paraibanos**. Caderno de Estudos Avançados em Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, v. 1, n. 1, p. 62-67, 2016.

SCHULTZ, G.; SOUZA, M.; JANDREY, W. F. **Motivações aos canais de comercialização pelos agricultores familiares que atuam com produção orgânica na região da Serra Gaúcha**. Desenvolvimento Regional, Santa Cruz do Sul, v. 22, n. 3, 2017.

SOBRE O ORGANIZADOR

JÚLIO CÉSAR RIBEIRO - Doutor em Agronomia (Ciência do Solo) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ); Mestre em Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal Fluminense (UFF); Engenheiro-Agrônomo pela Universidade de Taubaté-SP (UNITAU); Técnico Agrícola pelo Centro Educacional Limassis (Fundação ROGE). Possui experiência na área de Agronomia com ênfase em ciclagem de nutrientes, nutrição mineral de plantas, cultivos em sistemas hidropônicos, fertilidade e poluição do solo, e tecnologia ambiental voltada para o aproveitamento de resíduos da indústria de energia na agricultura. E-mail para contato: jcragronomo@gmail.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Absorção de nutrientes 3, 17, 123

Acerola 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175

Aditivos absorventes 87, 89, 95

Adubação verde 11, 12, 14, 21

Agricultura 1, 3, 4, 8, 9, 11, 12, 20, 22, 24, 51, 60, 61, 68, 73, 74, 76, 77, 78, 79, 114, 135, 146, 185, 186, 187, 188, 189, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 199, 200, 203, 205, 206, 207, 208, 214, 220, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 230, 231, 232, 233

Agricultura familiar 74, 78, 79, 114, 186, 187, 188, 189, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 199, 203, 206, 214, 222, 224, 225, 226, 227, 228, 230, 231, 232

Agricultura orgânica 194, 223

Agronegócio 1, 52, 55, 75, 76, 77, 78, 79, 85, 86, 88, 146, 149, 196, 223

Atividade antioxidante 162, 163, 166, 172, 173

Avaliação econômica 112, 119, 121

B

Biomassa 2, 6, 10, 11, 14, 16, 17, 19, 20, 23, 176, 178, 182, 183, 184

C

Cavalo 135, 146

Composição nutricional 87, 89, 91, 97, 173

Compostos voláteis 148, 150, 151

Conservação 1, 3, 4, 8, 20, 41, 98, 99, 188, 192, 200

Consórcio 11, 13, 17

Controle alternativo 55, 63

Convecção forçada 162, 163, 164, 167

Cooperativismo 209, 211, 212, 214, 216

Crescimento radicular 16, 19, 24, 25, 29

Custo de produção 64, 66, 71, 72, 113, 114, 115, 118, 121

D

Degradação do solo 1, 2

Desenvolvimento rural 10, 14, 186, 187, 188, 190, 191, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 204, 206, 207, 227, 232

E

Educação ambiental 195, 198, 199, 200, 201, 202, 206, 207, 208

Equino 134, 138, 140

F

Farelo de arroz 87, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 130

Fitossanidade 64

G

Germinação 38, 41, 42, 44, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 57, 58, 59, 71, 72, 125

H

Hortaliças orgânicas 223

I

Inclusão social 186

Índices de vegetação 176, 177, 178, 179, 181, 182, 183, 184

M

Manejo integrado 12, 55, 57, 61

Meio de cultura 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 58, 102

Modelagem cinética 162

Modelagem matemática 163, 164, 167, 175

O

Órgãos reprodutivos 134

P

Pastagens 88, 99, 176, 177, 179, 180, 181, 184, 203

Plantas de cobertura 1, 3, 4, 7, 10, 13, 20, 21, 23, 32

Políticas públicas 188, 192, 195, 196, 204, 207, 209, 217, 218, 220, 223, 230, 231

Produção 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 34, 35, 40, 45, 46, 50, 52, 55, 56, 57, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 86, 88, 89, 91, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 102, 103, 105, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 128, 130, 138, 139, 147, 148, 149, 150, 151, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 162, 163, 171, 173, 177, 187, 188, 190, 193, 194, 195, 198, 200, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 209, 210, 213, 214, 215, 216, 218, 219, 220, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232

Produtividade 2, 4, 12, 13, 14, 21, 23, 24, 25, 56, 60, 86, 116, 200, 217

Propagação 33, 34, 40, 41, 42, 43

Puberdade 134, 140, 141

Q

Qualidade ambiental 1, 203, 204

Qualidade bromatológica 96

Qualidade de água 123, 130

Qualidade do solo 2, 5, 10, 12, 14, 24, 25

R

Rentabilidade 79, 112, 114, 116, 119, 216

Resíduo agroindustrial 99

Resíduo alimentar 163

S

Sementes florestais 44

Silagem 10, 11, 14, 20, 87, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 104, 105, 106, 108, 109, 110

Soja 23, 31, 84, 87, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 125, 128, 129, 130, 131, 132, 133

Sustentabilidade 10, 11, 12, 186, 187, 188, 189, 191, 192, 195, 196, 197, 200, 202, 205, 207, 210, 224, 232

T

Tilápia 112, 113, 114, 116, 117, 118, 119, 121, 129, 130, 132

Avanços Científicos e Tecnológicos nas Ciências Agrárias 3



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



@atenaeditora



www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Avanços Científicos e Tecnológicos nas Ciências Agrárias 3



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



@atenaeditora



www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2020