

# CIÊNCIAS AGRÁRIAS: CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS

# 4

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

# CIÊNCIAS AGRÁRIAS: CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS

# 4

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

Atena  
Editora

Ano 2020



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



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

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

#### **Editora Chefe**

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira

#### **Bibliotecário**

Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

#### **Conselho Editorial**

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

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

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

#### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina



Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

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

Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

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

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

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

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

#### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará

Profª Drª. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba

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

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

#### **Conselho Técnico Científico**

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

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

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

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

Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí

Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional

Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão

Prof<sup>a</sup> Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Prof<sup>a</sup> Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ

Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista



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

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

C569 Ciências agrárias [recurso eletrônico] : conhecimentos científicos e técnicos e difusão de tecnologias 4 / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Paula Sara Teixeira de Oliveira, Ramón Yuri Ferreira Pereira. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-188-6

DOI 10.22533/at.ed.886201507

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

CDD 630

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

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

contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Ramón Yuri Ferreira Pereira

Paula Sara Teixeira de Oliveira

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
MULTIVARIATE ANALYSIS IN THE EVALUATION OF ATTRIBUTES OF SOILS WITH DIFFERENT TEXTURES WITH NATURAL VEGETATION COVER	
Alessandra Mayumi Tokura Alovisi	
Felipe Ceccon	
Thais Stradioto Melo	
Cleidimar João Cassol	
Luciene Kazue Tokura	
Elaine Reis Pinheiro Lourente	
Livia Maria Chamma Davide	
Robervaldo Soares da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8862015071</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
ASPECTOS BIOMÉTRICOS E GRAU DE UMIDADE DE AQUÊNIOS DE MORANGO DO CULTIVAR 'SAN ANDREAS'	
Joabe Meira Porto	
Jéssica Aguiar Santos	
Cleide Caires Soares	
Débora Leonardo dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8862015072</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>19</b>
ATRIBUTOS EDÁFICOS SOB DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO	
João Henrique Gaia-Gomes	
Marcos Gervasio Pereira	
José Luiz Rodrigues Torres	
Shirlei Almeida Assunção	
Cristiane Figueira da Silva	
Sidinei Júlio Beutler	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8862015073</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>33</b>
ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO DE VOÇOROCAS COM DIFERENTES TEMPOS DE FORMAÇÃO	
João Henrique Gaia-Gomes	
Marcos Gervasio Pereira	
Fabiana da Costa Barros	
Gilsonley Lopes dos Santos	
Otávio Augusto Queiroz dos Santos	
Douglath Alves Corrêa Fernandes	
Cristiane Figueira da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8862015074</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>50</b>
AValiação DA ATIVIDADE PESTICIDA DE EXTRATO ETANÓLICO DAS FOLHAS DO TIPI ( <i>Petiveria alliacea</i> )	
Ana Lúcia Eufrázio Romão	
Aristides Pavani Filho	
Elini Alves Oliveira de Sousa	
Selene Maia de Moraes	



Carlucio Roberto Alves

**DOI 10.22533/at.ed.8862015075**

**CAPÍTULO 6 ..... 64**

COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DAS PELES DE PIRARARA (*Phractocephalus hemiliopterus*)

María do Perpetuo Socorro Silva da Rocha

Antônio José Inhamuns

José Fernando Marques Barcellos

Karina Suzana Gomes de Melo

Herlon Mota Atayde

**DOI 10.22533/at.ed.8862015076**

**CAPÍTULO 7 ..... 67**

COMUNIDADES VIRTUAIS NAS REDES DE PESQUISA DA EMBRAPA: UMA PROPOSTA DE MODELO COMUNICACIONAL

Tércia Zavaglia Torres

Marcia Izabel Fugisawa Souza

Sônia Ternes

Bruno Gâmbaro Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.8862015077**

**CAPÍTULO 8 ..... 87**

CONDIÇÕES ABIÓTICAS E BIÓTICAS NA PRODUÇÃO DE ÓLEO E PROTEÍNA

Juan Saavedra del Aguila

Lília Sichmann Heiffig-del Aguila

**DOI 10.22533/at.ed.8862015078**

**CAPÍTULO 9 ..... 99**

DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DA PALMA FORRAGEIRA NO PERÍMETRO IRRIGADO DO DISTRITO DE CERAÍMA

Alynne Gomes de Jesus

Delfran Batista dos Santos

Jairo Costa Fernandes

Sérgio Luiz Rodrigues Donato

João Abel Silva

**DOI 10.22533/at.ed.8862015079**

**CAPÍTULO 10 ..... 111**

EFEITO DE CONDIMENTOS NA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA CARNE CAPRINA

María Érica da Silva Oliveira

Keliane da Silva Maia

Jéssica Taiomara Moura Costa Bezerra de Oliveira

María Carla da Silva Campêlo

Patrícia de Oliveira Lima

**DOI 10.22533/at.ed.88620150710**

**CAPÍTULO 11 ..... 118**

ETNOBOTÂNICA E O USO DE PLANTAS MEDICINAIS: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA

Thais Caroline Fin

Hellany Karolliny Pinho Ribeiro

Maykon de Oliveira Felipe

Rafael Garcia

Eidimara Ferreira

María Aparecida de Oliveira Israel

Micheline Machado Teixeira  
Fernanda Michel Fuga  
Valmíria Antônia Balbinot  
José Fernando Dai Prá

**DOI 10.22533/at.ed.88620150711**

**CAPÍTULO 12 ..... 126**

INFLUÊNCIA DE MÉTODOS DE SECAGEM SOBRE A CAPACIDADE DE REIDRATAÇÃO DE ESFERAS DE ALGINATO DE SÓDIO E ÓLEO DE PEQUI

Gabrielle Albuquerque Freire  
Luana Carvalho da Silva  
Rachel Menezes Castelo  
Carlucio Roberto Alves  
Roselayne Ferro Furtado

**DOI 10.22533/at.ed.88620150712**

**CAPÍTULO 13 ..... 133**

MAPEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS NO OESTE DA BAHIA, COM AUXÍLIO DE GEOPROCESSAMENTO

Uldérico Rios Oliveira  
Adilson Alves Costa

**DOI 10.22533/at.ed.88620150713**

**CAPÍTULO 14 ..... 146**

ÓLEO ESSENCIAL DAS FOLHAS DE *Spiranthera odoratissima* E SUA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA CONTRA DOIS MICRORGANISMOS DE INTERESSE AGRONÔMICO: *Xylella fastidiosa* E *Sclerotinia sclerotiorum*

Mayker Lazaro Dantas Miranda  
Cassia Cristina Fernandes  
Fernando Duarte Cabral  
Flávia Fernanda Alves da Silva  
Josemar Gonçalves de Oliveira Filho  
Wendel Cruvinel de Sousa

**DOI 10.22533/at.ed.88620150714**

**CAPÍTULO 15 ..... 155**

OVOCENTESE COMO TRATAMENTO PARA DISTOCIA EM CORN SNAKE (*Pantherophis guttatus*)

Zara Caroline Raquel de Oliveira  
Amanda de Carvalho Moreira  
Fabiano Rocha Prazeres Júnior  
Vanessa Silva Santana  
Caroline Coelho Rocha  
Marcelo Almeida de Sousa Jucá

**DOI 10.22533/at.ed.88620150715**

**CAPÍTULO 16 ..... 158**

POTENCIAL TECNOLÓGICO DOS FRUTOS DE ACEROLA (*Malpighia* sp.) PARA ELABORAÇÃO DE FERMENTADOS ALCOÓLICOS UTILIZANDO CEPAS DE *Candida* sp. e *Pichia* sp.

Vanessa Alves Coimbra  
Josilene Lima Serra  
Lucy Mara Nascimento Rocha  
Adenilde Nascimento Mouchreck  
Rayone Wesley Santos de Oliveira  
Aparecida Selsiane Sousa Carvalho  
Amanda Mara Teles

<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>171</b>
SACARIFICAÇÃO DE RESÍDUOS LIGNOCELULÓSICOS APLICANDO EXTRATO ENZIMÁTICO PRODUZIDO POR <i>Penicillium roqueforti</i> ATCC 10110	
Polyany Cabral Oliveira	
Luiz Henrique Sales de Menezes	
Márcia Soares Gonçalves	
Marise Silva de Carvalho	
Eliezer Luz do Espírito Santo	
Marta Maria Oliveira dos Santos	
Adriana Bispo Pimentel	
Laísa Santana Nogueira	
Iasnaia Maria de Carvalho Tavares	
Julieta Rangel de Oliveira	
Marcelo Franco	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88620150717</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>180</b>
TROCAS GASOSAS EM MUDAS DE CAFÉ ARÁBICA SUBMETIDAS A LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO	
Genilson Lima Santos	
Cristiano Tagliaferre	
Sylvana Naomi Matsumoto	
Adriana Dias Cardoso	
Manoel Nelson de Castro Filho	
Bismarc Lopes da Silva	
Rafael Oliveira Alves	
Rosilene Gomes de Souza Pinheiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88620150718</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>186</b>
USO DA TERMORRETIFICAÇÃO PARA ESTABILIZAÇÃO COLORIMÉTRICA DE TRÊS MADEIRAS TROPICAIS	
Leonardo Vinícius de Souza	
Diego Martins Stangerlin	
Elaine Cristina Lengowski	
Vanessa Correa da Mata	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88620150719</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>197</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>198</b>



## MULTIVARIATE ANALYSIS IN THE EVALUATION OF ATTRIBUTES OF SOILS WITH DIFFERENT TEXTURES WITH NATURAL VEGETATION COVER

*Data de aceite: 01/07/2020*

*Data de submissão: 01/04/2020*

### **Alessandra Mayumi Tokura Alovisi**

Universidade Federal da Grande Dourados  
– UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias,  
Dourados-MS

<http://lattes.cnpq.br/5030383787014962>

### **Felipe Ceccon**

Universidade Federal da Grande Dourados  
– UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias,  
Dourados-MS

<http://lattes.cnpq.br/6557966820922159>

### **Thais Stradioto Melo**

Universidade Federal da Grande Dourados  
– UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias,  
Dourados-MS

<http://lattes.cnpq.br/1295651381119725>

### **Cleidimar João Cassol**

Universidade Federal da Grande Dourados  
– UFGD, Faculdade de Ciências Exatas e  
Tecnológica, Dourados-MS. <http://lattes.cnpq.br/8446412417215481>

### **Luciene Kazue Tokura**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
– UNIOESTE, Engenharia de Energia na  
Agricultura. Cascavel-PR. <http://lattes.cnpq.br/0702867301935988>

### **Elaine Reis Pinheiro Lourente**

Universidade Federal da Grande Dourados  
– UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias,  
Dourados-MS

<http://lattes.cnpq.br/3650987092971756>

### **Livia Maria Chamma Davide**

Universidade Federal da Grande Dourados  
– UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias,  
Dourados-MS

<http://lattes.cnpq.br/4347024388875179>

### **Robervaldo Soares da Silva**

Universidade Federal da Grande Dourados  
– UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias,  
Dourados-MS

<http://lattes.cnpq.br/8840224083901788>

**ABSTRACT:** Soil texture is an important soil attribute for the understanding of management, since it interferes with water retention, aeration, nutrient availability and aggregate stability. The objective of this study was to determine the physical and chemical attributes of seven different classes of soils, in the 0 to 20 and 20 to 40 cm layers, and to evaluate the soil attributes, using a multivariate statistical analysis. The physical and chemical attributes evaluated were: soil texture (sand, silt and clay), degree of flocculation, particle density, pH, soil organic matter and base saturation. The data were submitted to multivariate statistical analyzes in order to verify similarities between the types of soils through the cluster analysis and main components. The studied soils presented texture varying from clayey to sandy soils, suggesting

different management to each soil class. The techniques of multivariate analysis showed that the main attributes of the soil to distinguish between the areas are: pH, saturation by bases, organic matter, clay, degree of flocculation, silt and sand. The use of multivariate analysis techniques is efficient to verify the similarities or the differences, based on the soil attributes in the studied areas.

**KEYWORDS:** soil physics, flocculation degree, soil organic matter, base saturation

## ANÁLISE MULTIVARIADA NA AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS DE SOLOS COM DIFERENTES TEXTURAS COM COBERTURA VEGETAL NATURAL

**RESUMO:** A textura do solo é um atributo importante do solo para o entendimento do manejo, pois interfere na retenção de água, na aeração, na disponibilidade de nutrientes e na estabilidade dos agregados. O objetivo deste estudo foi determinar os atributos físicos e químicos de sete diferentes classes de solos, nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm, e avaliar os atributos do solo, por meio de uma análise estatística multivariada. Os atributos físicos e químicos avaliados foram: textura do solo (areia, silte e argila), grau de flocculação, densidade de partículas, pH, matéria orgânica do solo e saturação por bases. Os dados foram submetidos a análises estatísticas multivariadas, a fim de verificar as semelhanças entre os tipos de solos através da análise de agrupamentos e componentes principais. Os solos estudados apresentaram textura variando de solos argilosos a arenosos, sugerindo diferentes manejos para cada classe de solo. As técnicas de análise multivariada mostraram que os principais atributos do solo para distinguir entre as áreas são: pH, saturação por bases, matéria orgânica, argila, grau de flocculação, silte e areia. O uso de técnicas de análise multivariada é eficiente para verificar as semelhanças ou diferenças, com base nos atributos do solo nas áreas estudadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** física do solo, grau de flocculação, matéria orgânica do solo, saturação por bases.

## 1 | INTRODUCTION

The soil is formed on materials of geological origin, resulting from the effect of active environmental factors such as climate, position in the landscape and biotic activity for long periods of time (ALTHAUS et al., 2018).

Soil is one of the most important environmental compartments for living organisms, since it provides many essential conditions, such as climate regulation, nutrient cycling, food production and others (FAO, 2015). However, in the last decades, this resource has undergone several changes in its natural characteristics due to the increase in food production activities, which increasingly require the use of chemical and organic inputs (CASSOL et al., 2018).

The State of Mato Grosso do Sul - Brazil has so great diversity of soils that it is fundamental to analyze the particular physical and chemical characteristics of each soil class, under native forest, in order to contribute with reference information, which can serve as parameters of comparison for land use and management.

Physical parameters such as flocculation degree, particle density and soil texture (clay, silt and sand) have great influence on the physical-water and chemical behavior of the soil. Among these attributes, soil texture has direct interference with other soil physical properties, such as structure, pore size distribution, compaction and densification, surface sealing, surface runoff, drainage and infiltration process (OLIVEIRA et al., 2013; LIMA et al., 2015). The texture is indispensable for classification and prediction of handling and suitability for use.

Organic matter, base saturation and pH are frequently used parameters to infer part of the chemical quality of the soil. These variables are generally positively correlated and considered fundamental in the evaluation of soil fertility (FREITAS et al., 2017; GUARÇONI, 2017).

Knowledge in soil chemical and physical attributes can provide support for the adoption of management practices the soil, insuring the continued sustainability and conservation of ecosystems.

In this sense, the use of statistical techniques facilitates the interpretation of soil attributes behavior for better decision on which soil management practices are appropriate to make, based on the soil attributes behavior. In addition, it can indicate possible attributes with anthropogenic interference.

Thus, the objective of this study was to determine the physical and chemical attributes of seven different classes of soils in the 0 to 20 and 20 to 40 cm layers and to evaluate the soil attributes together with the assist of multivariate statistical analysis.

## 2 | MATERIAL AND METHODS

The study was carried out in the State of Mato Grosso do Sul, Brazil, and includes a geological diversity composed of igneous, metamorphic and sedimentary rocks as shown in Figure 1.

The samples were collected during the year 2017 (Table 1), totaling 13 sampling points and identified seven soil classes: Latossolo Vermelho (LV), Nitossolo Vermelho (NV), Planossolo Háplico (SX), Argissolo Vermelho Amarelo (PVA), Chenossolo Rendzico (MD), Neossolo Regolítico (RR) and Gleissolo Háplico (GX) (SANTOS et al., 2018). These soils correspond to the soils Ferralsol, Nitisol, Planosol, Acrisol, Chernozem, Regosol and Gleysol, respectively (IUSS, 2015).



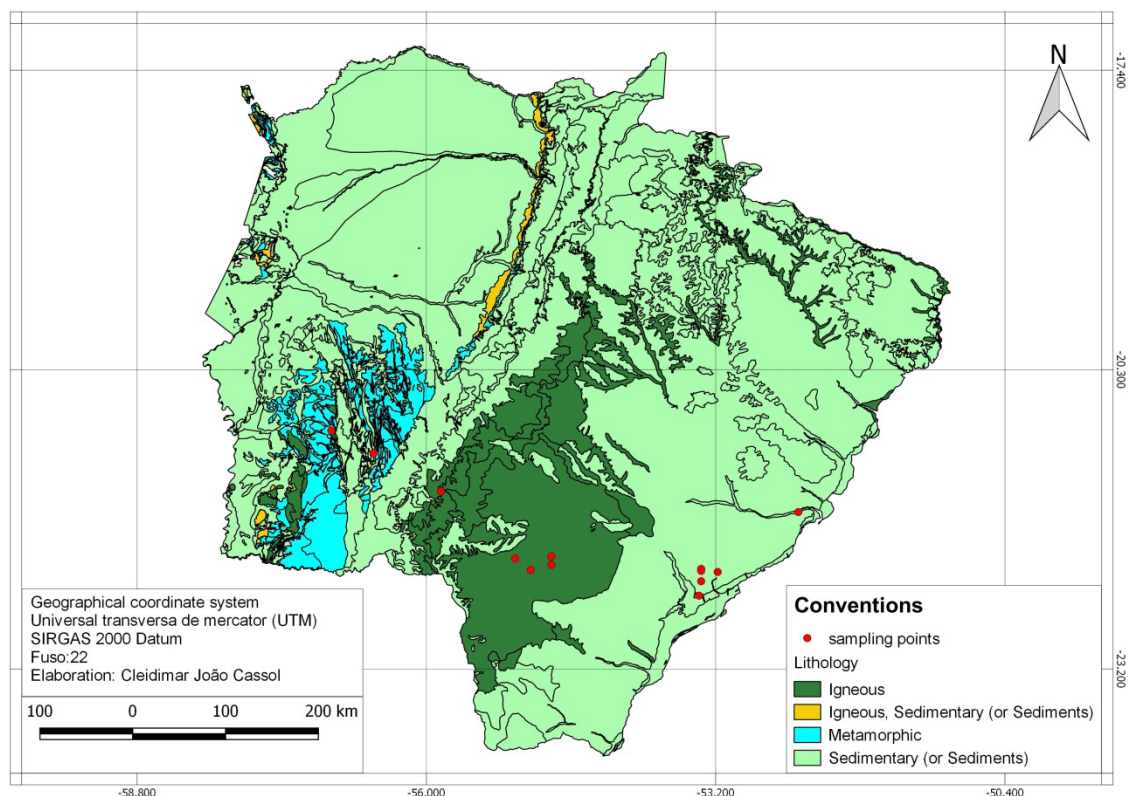


Figure 1 - Sample points according to the geological diversity of the State of Mato Grosso do Sul, Brazil.

Samples were collected in areas of native forest preserved, absent direct anthropogenic contribution. Each area was subdivided into four subareas, each corresponding to four replicates. In order to carry out the chemical and soil texture a composite sample was deformed in each subarea, in the layers of 0 to 20 and 20 to 40 cm, being a total of eight samples per area, totaling 104 samples collected.

For laboratory analysis, the samples were air-dried, homogenized, and passed in a 2 mm aperture sieve. Soil texture (sand, silt and clay), degree of flocculation, particle density, pH, organic matter and base saturation were determined according to the manual of soil analysis methods (CLAESSEN, 1997).

Soil Classes	Coordinates geographic	
Ferralsol (LV)	22°13'48,02" S	53°20'30,32" W
Ferralsol (LV)	22°15'30,12" S	53°20'29,14" W
Ferralsol (LV)	22°08'10,6" S	55°8'25,27" W
Ferralsol (LV)	22°11'45,19" S	54°47'55,04" W
Nitisol (NV)	22°6'40,48" S	54°47'55,04" W
Planosol (SX)	22°21' 09.2" S	53°20' 32.7" W
Planosol (SX)	22°15'49,77" S	53°11'18,911" W
Planosol (SX)	21°40'50.4" S	52°24'18.9" W
Acrisol (PVA)	22°29'55,3" S	53°21'40" W
Acrisol (PVA)	21.29°22'64" S	55.52°08'30" W
Chernozem (MD)	20.63°52'88" S	56.55°23'02" W
Regosol (RR)	21°06'44,1" S	56.30°90'32,64" W

Gleysol (GX)	22°14'34,207" S	54°59'34,14" W
Ferralsol (LV)	22°13'48,02" S	53°20'30,32" W

Table 1 - The geographical coordinates and the soil classes of the points sampled. The geographic coordinates were obtained by Garmin Trex Legend® GPS.

Legend: Latossolo Vermelho (LV), Nitossolo Vermelho (NV), Planossolo Háplico (SX), Argissolo Vermelho Amarelo (PVA), Chenossolo Rendzico (MD), Neossolo Regolítico (RR) and Gleissolo Háplico (GX).

To verify similarities and differences between the variables and the classes of the soils, principal component analysis (PCA) was applied. The variance contained in each main component generated was expressed by the eigenvalues of the standardized matrix (mean of the transformed data set equal to 0 and standard deviation equal to 1), so that the largest eigenvalue is associated with the first principal component (PC), the second higher eigenvalue to the second PC, and so on, until the smallest eigenvalue is associated with the last PC, placing the former as the most important.

In order to select the principal components, we used the Kaiser criterion that suggests the use of (PCs) with eigenvalues greater than unity ( $\lambda_i > 1$ ) (HONGYU, 2015).

The results were evaluated by descriptive statistical analysis. All statistical analysis was performed using Statistical software 10.0.

### 3 | RESULTS AND DISCUSSION

The analyzed soils presented great variability in their attributes, reflecting the geological diversity (igneous, metamorphic and sedimentary), and the performance of the pedogenetic processes in their formation. Table 2 presents the mean values and their respective standard deviations for the analyzed variables sand, silt, clay, flocculation degree, particle density, pH CaCl<sub>2</sub>, soil organic matter and base saturation (BS%).

The granulometric fraction allowed to classify the soils in different textural classes, being the Ferralsol (LV) and Nitisol (NV) of the clayey class, the Chernozem (MD) and Gleysol (GX) of the clay middle class, and the Regosol (RR), Planosol (SX) and Acrisol (PVA) of the sandy middle class (SANTOS et al., 2018).

Soil Classes	Sand	Silt	Clay	Degree F.	Particle Density	pH CaCl <sub>2</sub>	SOM	BS
	----- g kg <sup>-1</sup> -----			%	g cm <sup>-3</sup>		g kg <sup>-1</sup>	%
Soil (0-20 cm)								
Ferralsol (LV)	198 ± 0.0	263 ± 0.2	539 ± 0.3	61,7 ± 3.3	3.33 ± 0.2	4.7 ± 0.01	32.7 ± 0.6	31.4 ± 0.5
Nitisol (NV)	217 ± 0.1	236 ± 0.2	547 ± 0.1	93,7 ± 4.7	3.35 ± 0.2	5.6 ± 0.02	25.9 ± 0.5	76.1 ± 0.7
Planosol (SX)	638 ± 0.1	127 ± 0.1	235 ± 0.1	46,8 ± 2.3	3.18 ± 0.3	3.9 ± 0.02	19.3 ± 0.2	15.1 ± 0.6
Acrisol (PVA)	572 ± 0.2	168 ± 0.1	260 ± 0.2	73,3 ± 5.1	3.23 ± 0.4	4.6 ± 0.01	17.2 ± 0.1	43.2 ± 0.4
Chernozem (MD)	364 ± 0.0	266 ± 0.2	370 ± 0.1	86,5 ± 8.7	2.54 ± 0.1	6.1 ± 0.01	44.8 ± 0.4	86.6 ± 0.2
Regosol (RR)	446 ± 0.1	349 ± 0.3	205 ± 0.2	68,8 ± 4.3	2.80 ± 0.2	5.9 ± 0.03	40.1 ± 0.3	79.1 ± 0.3

Gleysol (GX)	285 ± 0.1	232 ± 0.3	483 ± 0.3	92,3 ± 5.4	2.58 ± 0.1	4.8 ± 0.01	33.5 ± 0.3	45.5 ± 0.3
Soil (20-40 cm)								
Ferralsol (LV)	188 ± 0.2	187 ± 0.2	625 ± 0.3	65.3 ± 4.1	3.44 ± 0.4	4.5 ± 0.02	21.1 ± 0.2	37.5 ± 0.5
Nitisol (NV)	213 ± 0.3	109 ± 0.1	678 ± 0.2	95.1 ± 6.3	3.89 ± 0.4	5.6 ± 0.01	22.1 ± 0.2	79.1 ± 0.7
Planosol (SX)	672 ± 0.2	142 ± 0.1	186 ± 0.2	48.4 ± 2.9	3.08 ± 0.3	4.0 ± 0.03	19.1 ± 0.5	12.5 ± 0.4
Acrisol (PVA)	517 ± 0.1	172 ± 0.1	311 ± 0.1	74.1 ± 8.8	2.77 ± 0.2	4.9 ± 0.02	14.7 ± 0.3	73.8 ± 0.8
Chernozem (MD)	367 ± 0.1	323 ± 0.2	310 ± 0.1	64.4 ± 4.2	3.14 ± 0.1	6.4 ± 0.01	39.5 ± 0.7	90.4 ± 0.8
Regosol (RR)	484 ± 0.1	351 ± 0.2	165 ± 0.3	33.8 ± 1.3	3.14 ± 0.1	5.5 ± 0.01	27.9 ± 0.2	73.4 ± 0.9
Gleysol (GX)	330 ± 0.2	45 ± 0.3	625 ± 0.2	75.1 ± 6.7	3.21 ± 0.2	4.4 ± 0.03	11.5 ± 0.4	40.8 ± 0.6

Table 2 - Mean values and standard deviations of the physical and chemical parameters for the studied soils.

Legend: Latossolo Vermelho (LV), Nitossolo Vermelho (NV), Planossolo Háplico (SX), Argissolo Vermelho Amarelo (PVA), Chenossolo Rendzico (MD), Neossolo Regolítico (RR) and Gleissolo Háplico (GX). Degree F = Degree Flocculation; SOM = soil organic matter; BS% = base saturation; ± standard deviation;

The clay contents were higher in the 20-40 cm layer of the soils Ferralsol (LV), Nitisol (NV), Gleysol (GX) and Acrisol (PVA), with average values of 625; 678; 625 and 311 g kg<sup>-1</sup> respectively. However, the soils Planosol (SX), Chernozem (MD) and Regosol (RR) presented higher clay content in the 0-20 cm layer, with mean values of 235; 370 and 205 g kg<sup>-1</sup> respectively.

Soils of clay texture are derived from the São Bento group of the Serra Geral formation constituted by igneous rocks such as basalt and basalt (CPRM, 2019). Soils originating from basaltic rocks inherent to regions of tropical climates are deep, with a predominance of clayey texture, argilominerals of the 1:1 type, such as kaolinite and oxidic clays (REIS et al., 2014).

The higher levels of sand in Regosol (RR), Planosol (SX) and Acrisol (PVA) soils, when compared to the other soils analyzed, are associated to the source material and weathering factors of these soils, whose geological formation is sedimentary and metamorphic constituted by sandstone rocks with fine to thick rounded granulation and reddish colors (CPRM, 2019).

The degree of flocculation varied between 46.8 and 93.7% in the 0-20 cm layer, and 33.8 and 95.1% in the 20-40 cm layer. Soils Regosol (RR), Chernozem (MD) and Gleysol (GX) presented greater differentiation along the profile. In these soils the degree of flocculation was about 50.8; 25.5 and 18.6%, higher in the 0-20 cm layer, respectively.

This can be associated to the expressive values of SOM found especially in the soils Chernozem (MD) and Regosol (RR), which contributes to the maintenance of basic cations and consequent reduction of soil acidity. For Fontana *et al.* (2016) several factors may be related to the degree of flocculation of soil samples, especially pH and organic matter and cations content in the soil sorption complex.

The clayey soils Ferralsol (LV) and Nitisol (NV) showed higher values of particle density. In relation to depth, the highest values were found in the 20-40 cm layer, with

3.44 and 3.89 g cm<sup>-3</sup>, respectively. Lower values (2.70 g cm<sup>-3</sup>) were found by Freitas *et al.* (2014) in Ferralsol (LV) region of Cerrado in the West of Bahia. However, the values found by these authors are similar to the Chernozem (MD), Regosol (RR) and Gleysol (GX) in the surface horizon, which may be associated to the source material of these arenite domains.

Another justification for the lower values of particle density in Chernozem (MD), Regosol (RR) and Gleysol (GX) soils may be the higher OM contents of these soils, since the specific density of OM tends to reduce the density of particle. However, the presence of oxides tends to increase the soil particle density, a possible justification for the higher values in depth in Ferralsol (LV) and Nitisol (NV).

All soils presented acidic characteristics with little variation along the profile. Soils Planosol (SX), Ferralsol (LV) and Gleysol (GX) presented lower values of pH when compared to the other soils analyzed. Therefore, high acidity values contributed to low basal saturation values in these soils, classifying them as low fertility dystrophic soils (SANTOS *et al.*, 2018).

Acidity in soils can be attributed to several factors, such as soil source material, loss of basic cations in crops, relief characteristics, CO<sub>2</sub> and water reaction products, and cation removal by precipitation (BOCARDI *et al.*, 2018). In soils where pH is less than 5.0, Al solubility tends to increase, causing limitation in nutrient absorption, because it inhibits the transport of basic ions such as (K<sup>+</sup> and Ca<sup>2+</sup>), forms insoluble complexes with phosphorus (P) (KOCHIAN *et al.*, 2015). In addition, the water content of the plants is similar to that of the plants.

Another justification is that Ferralsols (LV) underwent a process called latolization, which basically consists of the removal of silica and the bases of the profile (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, etc.) after transformation of the primary constituent minerals, resulting in greater active, potential and Al<sup>+3</sup>, corroborating with the V% values found in our study (SANTOS *et al.*, 2018).

The values of SOM were classified as medium for the soils Gleysol (GX) and Nitisol (NV), suitable for Planosol (SX) and Ferralsol (LV) and high for Chernozem (MD), Regosol (RR) and Acrisol PVA), (Sousa & Lobato, 2004). In terms of values, the highest levels were found in the Chernozem (MD) and Regosol (RR) soils, with mean values of 44.7 and 39.9 g kg<sup>-1</sup>, respectively.

In relation to the soil profile, except for Gleysol (GX) and Planosol (SX), all other soils analyzed presented decreasing levels of soil organic matter with depth, a result already observed in other studies (FREITAS *et al.*, 2018; COSTA *et al.*, 2017).

### **Analysis by Principal Components**

The first two principal components were retained for the 0 to 20 and 20 to 40 cm layers, which explained 79.4% of the data variance in the 0 to 20 cm layer and 82.3% in the 20 to 40 cm Table 3.

The projection diagram of the variables (eigenvector chart), and soil class projection (grouping plot) were constructed using the first two main components for each depth separately. To facilitate the comparison between the variables, soil classes and depths, graphs A, B, C and D were grouped (Figure 2). The letters A and C represent the ordering diagrams (eigenvector chart), by analysis of principal components showing the projection of the variables in the plane of the factor PC1 x PC2, in the depth of 0 to 20 and 20 to 40 cm, respectively. Graphs B and D show the projections of the soil classes according to their variables in the plane of the factor PC1 x PC2, depth of 0 to 20 and 20 to 40 cm, respectively.

CPs	Eigenvalue	% Total variance	Cumulative Eigenvalue	Cumulative %
CP1 0-20 cm	4.482952	56.03690	4.482952	56.0369
CP2 0-20 cm	1.870858	23.38572	6.353810	79.4226
CP1 20-40 cm	3.444303	43.05379	3.444303	43.0538
CP2 20-40 cm	3.140105	39.25131	6.584408	82.3051
Variables	CP1 0-20 cm	CP2 0-20 cm	CP1 20-40 cm	CP2 20-40 cm
Sand	0.706467*	-0.675475	-0.683212	0.606832
Silt	-0.798673*	-0.181676	-0.786394*	-0.538434
Clay	-0.524272	0.811200*	0.930754*	-0.274534
Degree F.	-0.772734*	0.305988	0.840913*	-0.263548
Particle Density	0.494417	0.619846	0.671604	-0.344102
pH CaCl <sub>2</sub>	-0.897003*	-0.173801	-0.251532	-0.920686*
SOM	-0.807889*	-0.398056	-0.510450	-0.730241*
BS%	-0.878779*	-0.238843	-0.103882	-0.915315*

Table 3 - Extraction of principal components with their respective factorial coefficients, eigenvalues and accumulated variance.

\* Significant loading factors.

In the surface horizon (Figure 2A), the variables that best explain the variance of the data: sand, silt, degree flocculation, pH, SOM and BS% are highlighted by PC1 negative axis of X. By PC2, positive Y-axis, clay was the most explanatory variable in terms of data variation.

In the subsurface (Figure 2C), the most explanatory variables were: clay and flocculation degree PC1, positive axis of X, and silt negative axis of X. By PC2, pH, SOM and BS% presented the variables higher factorial coefficients.

Analyzing Figure 2A and 2C, we observe different behavior of the variables in relation to the depths studied. There is a high association between the pH, BS%, silt and SOM variables in the superficial horizon, evidenced by the formation of acute angles of the eigenvectors in relation to the abscissa axis between these variables (HONGYU et al., 2015). In subsurface there is an association between these variables, however, in a smaller dimension.



The association between pH, BS%, silt and SOM in the surface horizon occurred mainly as a function of SOM and silt levels in Chernozem (MD) and Regosol (RR) soils (Figure 2B). The SOM levels can be justified by the deposition of vegetal residues that accumulate in the surface horizon of the preserved areas, with dense vegetation, where the samples were collected, with consequent release of nutrients in the mineralization process (BOCARDI et al., 2018).

A comparative study of natural and altered management systems in the state of São Paulo found statistically higher values of SOM in the native forest, indicating that the removal of the forest and the agricultural use reduced soil SOM contents (FREITAS et al., 2018).

The highest levels of silt found in Chernozem (MD) and Regosol (RR), when compared to the other soils analyzed, may be indicative of the degree of soil development. The silt/clay ratio varied throughout the profiles, with larger values (1.04 and 2.12) in the subsurface horizons of Chernozem (MD) and Regosol (RR), respectively, denoting the strong connection of the C horizon with the originating material.

Still in relation to Figure 2A and 2C, the association between the variables clay, flocculation degree and particle density in the subsurface horizon is highlighted, whereas for the surface horizon these variables did not present such association. This fact can be justified by the greater association of the soils Nitisol (NV), Ferralsol (LV) and Gleysol (GX) with the positive axis of PC1, in the subsurface horizon. This axis has as main variable clay, so it can be assumed that the higher clay content in these soils contributed to a higher density of particles and a higher degree of flocculation.

The grouping of soil classes reflects the individual contribution of each variable to the definition of each component. The closer a soil class is to another, the greater will be the similarity of its characteristics. In this way, it is possible to show on the basis of Figures 1B and 1D that the Chernozem (MD) and Regosol (RR) soils presented small changes in the depth of the profile when compared to the other soils analyzed.

Analyzing Figures 2B and 2D it is possible to show that Planosol (SX), Gleysol (GX) and Acrisol (PVA), were the most differentiated soils along the profile.

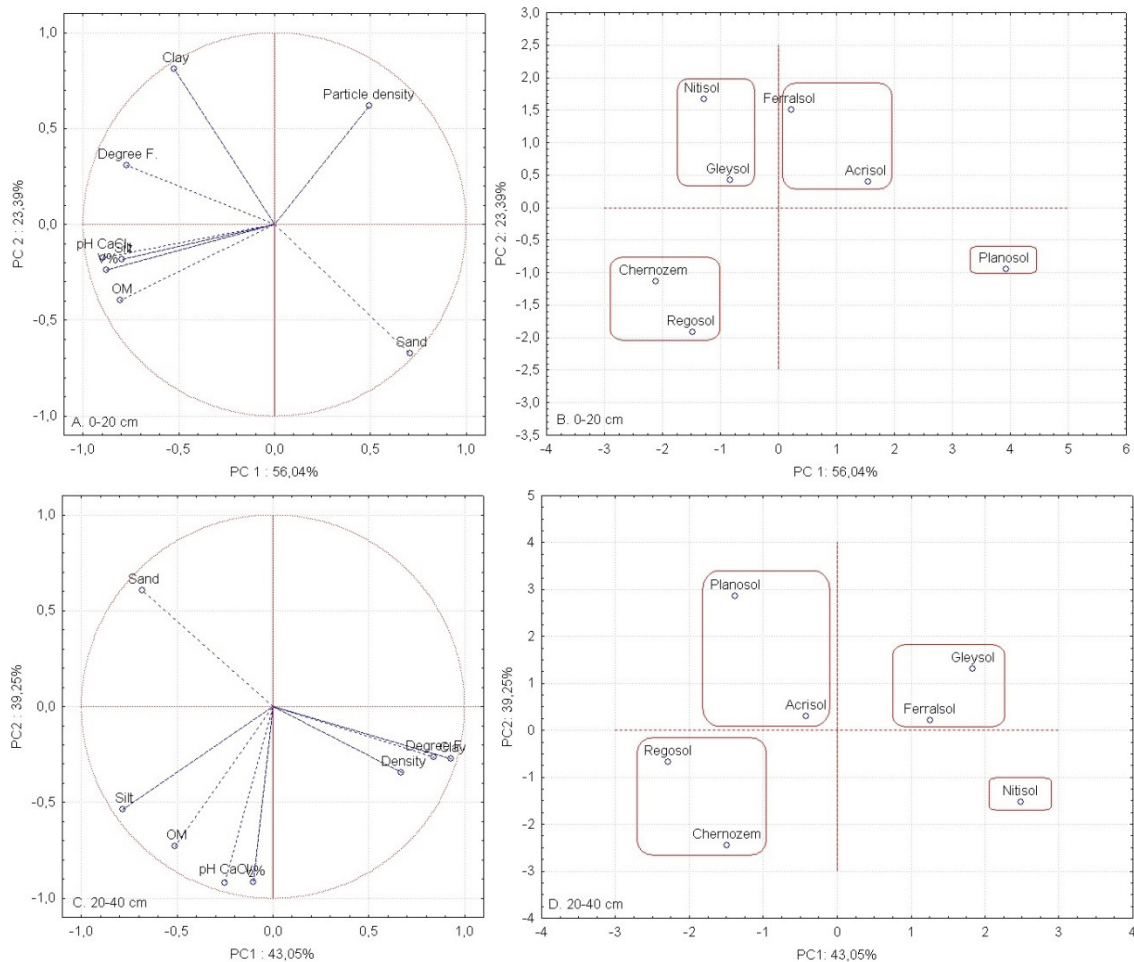


Figure 2 - (A-C) ordering diagram obtained by PCA showing the projection of the variables in the plane of the factor PC1 x PC2. (B-D) projection diagram of the soil classes as a function of their variables in the plane of the factor PC1 x PC2. PC = Principal component. Degree F = Degree of Flocculation; SOM = soil organic matter; BS% = base saturation.

This fact can be justified because soils such as Acrisol (PVA) and Planosol (SX) can undergo processes of destruction of clay with formation of textural horizon B (ferrólise). Gleysol (GX) processes iron reduction under anaerobic conditions and translocation, forming grayish horizons with or without mottling called gleation (SANTOS et al., 2018). These characteristics inherent to these soils are possible justifications for the differentiation of these soil classes from the others, or even with each other with the depth of the profile.

The separation of the sand, silt and clay granulometric fractions in distinct quadrants of the PCA, in both depths, shows that the NaOH dispersion method is effective in the separation of the determined soil texture, and the statistical analysis by principal components is sensitive to these variations once which analyzed soils with different textures ranging from clayey to medium-sandy.

Principal component analysis was effective in grouping or separating the soil classes in relation to the 0-20 and 20-40 cm layers. Soils such as Acrisols (PVA) and Planosols (SX) present considerable differentiation along the profile as higher sand content in the surface horizon, and clay enrichment in subsurface. Already as Gleysols (GX), they present differentiation along the profile mainly due to the hydromorphic character, and

strong gleation, due to the reduced moisture regime.

## 4 | CONCLUSION

The determination of the physical and chemical attributes of soils under native vegetation is important to establish reference values for the protection of soil quality.

The studied soils presented texture varying from clayey to sandy soils, suggesting different management to each soil class.

In the 0-20 cm layer the Chernozem and Regosol presented higher relation with pH, base saturation, silt and organic matter. Nitosol and Gleysol with clay and degree of flocculation. Ferralsol and Acrisol with particle density, and Planosol with sand.

In the layer of 20-40 cm the Planosol and Acrisol present greater relation with sand. Gleysol, Ferralsol and Nitosol with particle density and flocculation degree. Regosol and Chernozem with silt, organic matter, pH and saturation by bases.

The techniques of multivariate analysis showed that the main attributes of the soil to distinguish between the areas are: pH, base saturation, soil organic matter, clay, flocculation degree, silt and sand.

The use of multivariate analysis techniques is efficient to verify the similarities or the differences, based on the soil attributes in the studied areas.

## REFERENCES

ALTHAUS, D. Natural Fertility and Metals Contents in Soils of Rio Grande do Sul (Brazil). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 42:e0160418, 2018.

BOCARDI, J. M. B. Parâmetros físicos e químicos em solos de Unidades de Conservação Florestal da Bacia do Paraná, **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.11, n.1, p.99 -113, 2018.

CLAESSEN, M. E. C. **Manual de métodos de análise de solo** (2nd ed.). Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA-CNPS. 1997.

CASSOL, C. J. Determinação de manganês disponível em solos de referência da Mesorregião Oeste do Paraná. **Revista Online de Extensão e Cultura. Realização**, v.5, n. 9, p.21-27, 2018.

COSTA, R. D. S. Teores naturais de metais pesados em solos da região Sul do Estado do Amazonas. **Semina**, v.38, n.6, p.3499-3514, 2017.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM (2019). **Mapas Geológicos** 1:1.000.000 [http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia\\_basica/cartografia\\_regional/mapa\\_mato\\_grosso\\_sul.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia_basica/cartografia_regional/mapa_mato_grosso_sul.pdf).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO (2015). **Ano Internacional dos Solos**. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/138745/1/2015-202.pdf>

FONTANA, A. Características e atributos de Latossolos sob diferentes usos na região Oeste do Estado da Bahia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.9, p.1457-1465, 2016.

- FREITAS, P. L. Identificação e caracterização físico-química de Latossolos de textura arenosa e média da região Oeste da Bahia. **Cadernos de Geociências**, v.11, n.1-2, p.83-93. 2014.
- FREITAS, L. Indicadores da qualidade química e física do solo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Unimar Ciências**, v.26, n.1-2, p.8-25, 2017.
- FREITAS, L. Estoque de carbono de Latossolos em sistemas de manejo natural e alterado. **Ciência Florestal**, v.28, n.1, p.228-239, 2018
- GUARÇONI, A. Saturação por bases para o cafeeiro baseada no pH do solo e no suprimento de Ca e Mg. **Coffee Science**, v.12, n.3, p.327-336, 2017.
- HONGYU, K.; SANDANIELO, V. L. M.; JUNIOR, G. J. O. Análise de Componentes Principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. **Engineering and Science**, v.1, n.5, p.83-90, 2015.
- IUSS WORKING GROUP WRB. **World Reference Base for Soil Resources (WRB), sistema universal reconhecido pela International Union of Soil Science (IUSS) e FAO**. <http://www.fao.org/3/a-i3794e.pdf>. 2015.
- KOCHIAN, L. V. Plant adaptation to acid soils: the molecular basis for crop aluminum resistance. **Annual Review of Plant Biology**, v.66, p.571-598, 2015.
- LIMA, F. V. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo em área de encosta sob processo de degradação. **Revista Caatinga**, v.28, n.4, p.53-63, 2015.
- OLIVEIRA, D. P. Microrrelevo e a distribuição de frações granulométricas em Cambissolos de origem calcária. **Revista de Ciência Agronômica**, v.44, n.4, p.676-684, 2013.
- REIS, I. M. S. Adsorção de cádmio em Latossolos sob vegetação de mata nativa e cultivados. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, v.38, p.1960-1969, 2014.
- SANTOS, H. G. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. (5th ed.). Brasília, DF: Embrapa. 2018
- SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação** (2nd. ed.). Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2004.
- WORD REFERENCE BASE FOR SOIL RESOURCES – WRB (2014). **International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome: IUSS/ISRIC/FAO. (World Soil Resources Reports, 106).

## ASPECTOS BIOMÉTRICOS E GRAU DE UMIDADE DE AQUÊNIOS DE MORANGO DO CULTIVAR ‘SAN ANDREAS’

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 07/04/2020

### Joabe Meira Porto

Mestrando em Botânica Aplicada, UFLA – Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brasil. joabe-07mporto@hotmail.com  
<http://lattes.cnpq.br/6457840721140533>

### Jéssica Aguiar Santos

Graduanda do Curso de Biologia, UESB - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/6457309232763643>

### Cleide Caires Soares

Graduanda do Curso de Biologia, UESB - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/8564532526544441>

### Débora Leonardo dos Santos

Docente do Departamento de Ciências Naturais da UESB. <http://lattes.cnpq.br/2414348907208352>

**RESUMO:** Os objetivos do trabalho foram: pesquisar a biometria de aquênios de morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) do cultivar ‘San Andreas’ e determinar o grau de umidade dos aquênios da referida espécie. O experimento foi conduzido no Laboratório de Biodiversidade do Semiárido – LABISA da Universidade Estadual

do Sudoeste da Bahia – UESB - *Campus* Vitória da Conquista. Aquênios obtidos de frutos de Morango produzidos na Fazenda Rancho Alegre na cidade de Barra da Estiva – Bahia, na região da Chapada Diamantina, cultivados em estufa no sistema tipo semi-hidropônico suspenso e livre de agrotóxicos, foram beneficiados e armazenados em geladeira. O comprimento, a largura e a espessura média dos aquênios de *Fragaria x ananassa* Duch foram de 1,41 mm, 0,90 mm, e 0,79 mm, respectivamente. Os valores do grau de umidade obtidos para os lotes de aquênios permitiram que fossem classificados para fim de armazenamento como ortodoxos.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Fragaria x ananassa* Duch, lotes de aquênios, ortodoxos.

### BIOMETRIC ASPECTS AND MOISTURE DEGREE OF STRAWBERRY ACHENES OF THE CULTIVAR ‘SAN ANDREAS’

**ABSTRACT:** The objectives of this work were: to research the biometry of strawberry achenes (*Fragaria x ananassa* Duch.) of the cultivar ‘San Andreas’ and to determine the degree of humidity of the achenes of this species. The experiment was conducted at the Semi-arid Biodiversity Laboratory - LABISA of the State



University of Southwest Bahia - UESB - Vitória da Conquista Campus. Aquenes obtained from Strawberry fruits produced at Fazenda Rancho Alegre in the city of Barra da Estiva - Bahia, in the Chapada Diamantina region, cultivated in greenhouse under semi-hydroponic suspended and pesticide-free system, were processed and stored in a refrigerator. The length, width and average thickness of the achenes of *Fragaria x ananassa* Duch were 1.41 mm, 0.90 mm and 0.79 mm, respectively. The moisture degree values obtained for the achenes batches allowed them to be classified as orthodox for storage purposes.

**KEYWORDS:** *Fragaria x ananassa* Duch, lots of achenes, orthodox.

## INTRODUÇÃO

O morangueiro possui grande importância econômica e social, na geração de emprego e renda para as comunidades envolvidas em sua produção (ANTUNES et al., 2017). O fruto é amplamente apreciado pelos consumidores, devido ao seu sabor, coloração e aroma agradável (COCCO, 2010).

Um das cultivares de morango recentemente introduzidas no Brasil foi a 'San Andreas' (ANTUNES et al., 2011). No Estado da Bahia, a produção de morango iniciou-se em 2011, sendo a Chapada Diamantina reconhecida nacionalmente como um polo de produção do morango (SEBRAE/BA, 2017). Como essa cultura foi introduzida recentemente nesse Estado, poucos são os estudos que são direcionados a avaliar os métodos de produção e desempenho de culturas para essa região (GUSMÃO, 2018).

A produção do morango é obtida por meio da propagação vegetativa, os cruzamentos das mudas podem produzir aquênios com maior variabilidade genética, obtendo plântulas que podem ser adaptadas a condições ambientais diferentes daquelas do cultivo tradicional. Estudos envolvendo a determinação dos tamanhos dos aquênios são de suma importância para o estudo de uma espécie, principalmente devido à escassez de trabalho para esse assunto. Pois é um parâmetro básico para entender o estabelecimento e dispersão de plântulas (FENNER, 1993).

Analisar a biometria dos aquênios favorece o conhecimento dos processos produtivos das espécies. Além de que, características relacionadas aos aquênios são informações seguras para a identificação de família, gênero, e até mesmo da espécie (OLIVEIRA et al., 2012). O grau de umidade também é uma característica do lote, determinando se o aquênio é ortodoxo ou recalcitrante durante o armazenamento.

Pelo exposto, este trabalho teve como objetivo pesquisar a biometria de aquênios de morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) do cultivar 'San Andreas' e determinar o grau de umidade dos aquênios da referida espécie.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de morango, cultivar 'San Andreas', utilizados neste estudo foram produzidos e cedidos pela Fazenda Rancho Alegre na cidade de Barra da Estiva – Bahia (13° 37' 34" Latitude Sul e 41° 19' 37" Longitude Oeste), na região da Chapada Diamantina, cuja produção é feita pelo sistema tipo semi-hidropônico (suspensão) e livre de agrotóxicos.

O experimento foi conduzido no Laboratório de Biodiversidade do Semiárido – LABISA da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB - *Campus* Vitória da Conquista, para o qual, os aquênios foram obtidos manualmente, beneficiados e armazenados em geladeira a 4° C.

A escolha dos 'frutos maduros' foi baseada na observação da superfície externa nos mesmos sendo considerados maduros os frutos que apresentaram coloração vermelha em no mínimo 70% da superfície externa.

O grau de umidade (%) foi obtido no início e após 60 dias após o armazenamento. Para tal, quatro amostras com 50 aquênios cada, foram pesadas (massa fresca) e em seguida colocadas para secar em estufa a 105 °C. Posteriormente, após constatação de peso constante, as amostras foram transferidas para dessecador durante uma hora, sendo as pesagens feitas em balança analítica.

O grau de umidade dos aquênios foi calculado através da fórmula:

$$\%U = [(P_i - P_f) / P_f] \cdot 100, \text{ Onde:}$$

**P<sub>f</sub>**= peso final

**P<sub>i</sub>**= peso inicial

Com a finalidade de obter as dimensões externas, 100 aquênios de cada pseudofruto foram tomados para determinação da comprimento, largura e espessura (tomada do centro do aquênio) (Figura 1) com auxílio de paquímetro digital (precisão de 0,01 mm).

Foi calculado o Índice de Tamanho dos aquênios (IT), segundo a fórmula:

$$IT = \text{Largura} \times \text{Comprimento} \times \text{Espessura}.$$

Os resultados foram plotados em um gráfico com a distribuição de classes por tamanhos.

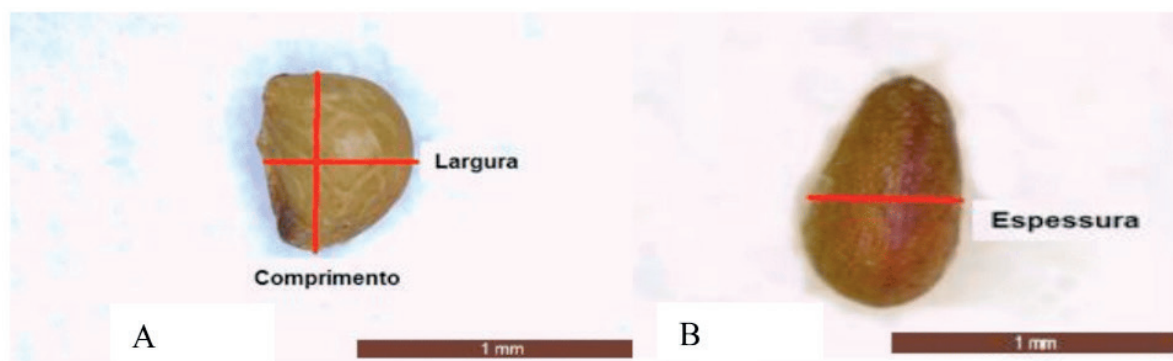


Figura 1: Biometria de Aquênios de *Fragaria x ananassa* Duch. (A) Comprimento e Largura, (B) Espessura.

## RESULTADOS

Em geral, os aquênios apresentaram cerca de 10 % de umidade (massa fresca), sendo esta reduzida para 7 % após 60 dias de armazenamento. A perda de água é esperada considerando o ambiente seco proporcionado pelas condições de armazenamento, podendo estas serem drásticas para aquênios (BRASIL, 2009). Os valores de grau de umidade obtidos foram utilizados para classificação dos aquênios, sendo estes denominados ‘ortodoxos’ quando possuem grau de umidade entre 15 e 20% quando da maturidade dos frutos (BASKIN & BASKIN, 1998; FERREIRA & BORGHETTI, 2004).

Na Tabela 1 estão apresentados os dados de biometria dos aquênios de *Fragaria x ananassa* Duch. Observou-se que o comprimento, a largura e a espessura dos aquênios variaram de 0,95 a 1,72 mm, 0,70 a 1,15 mm e 0,63 a 0,98 mm, respectivamente.

Determinações	Máximo	Mínimo	Média	D. P.	C. V.
	----- mm -----				(%)
<b>Comprimento</b>	1,72	0,95	1,41	0,11	8,49
<b>Largura</b>	1,15	0,70	0,90	0,06	7,32
<b>Espessura</b>	0,98	0,63	0,79	0,05	7,41

Tabela 1. Caracterização biométrica dos aquênios de *Fragaria x ananassa* Duch.

Os Aquênios de *Fragaria x ananassa* Duch apresentaram grandes variações de tamanho desde 0,4 a 1,7 mm. Sendo que a maioria dos aquênios ficaram entre 0,9 e 1,2 mm (Figura 2).

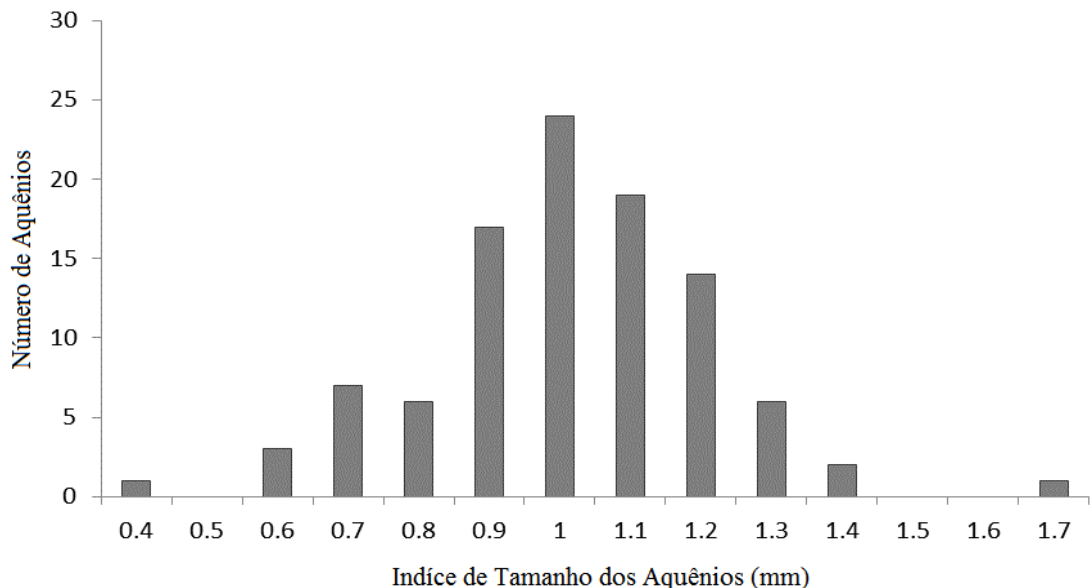


Figura 2: Distribuição da frequência de Aquênios de *Fragaria x ananassa* Duch de acordo com o Índice de Tamanho.

## CONCLUSÕES

O comprimento, a largura e a espessura média dos aquênios de *Fragaria x ananassa* Duch foram de 1,41 mm, 0,90 mm, e 0,79 mm, respectivamente. Os valores do grau de umidade obtidos para os lotes de aquênios permitiram que fossem classificados para fim de armazenamento como ortodoxos.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, L. E. C.; CARVALHO, G. L.; SANTOS, A. M. **A cultura do morango**. 2. ed. Brasília - DF: Embrapa Informação Tecnológica, (Coleção Plantar). 52 p. 2011.

ANTUNES, L.E.C; FAGHERAZZI, A. F.; VIGNOLO, G. K. **Morango tem produção crescente**. Embrapa Clima Temperado-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2017.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **A geographical perspective on germination ecology: tropical and subtropical zones**. Seeds. Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination, p. 239-329, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009.

COCCO C. **Qualidade fisiológica das mudas na produção de frutas do morangueiro**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2010.

FENNER, M. **Seed ecology**. London: Chapman & Hall. 151p.1993.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. 2004.

GUSMÃO, A.L.J; **Polinização e Germinação em cultivo de morango convencional sob proteção de**

**túneis baixos.** (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. 2018.

OLIVEIRA, S. S.C., NETO, J. C.A., CRUZ, S. J. S, & FERREIRA, V. M. **Caracterização morfológica de sementes e plântulas e germinação de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan.** Ciência Florestal, 22(3). 2012.

SEBRAE/BA - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Estudo de mercado Agronegócio: Produção de morango,** 2017.



## ATRIBUTOS EDÁFICOS SOB DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO

Data de aceite: 01/07/2020

### João Henrique Gaia-Gomes

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
(UFRRJ), Seropédica - RJ

### Marcos Gervasio Pereira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
(UFRRJ), Seropédica - RJ

### José Luiz Rodrigues Torres

Instituto Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba –  
MG

### Shirlei Almeida Assunção

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
(UFRRJ), Seropédica - RJ

### Cristiane Figueira da Silva

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
(UFRRJ), Seropédica - RJ

### Sidinei Júlio Beutler

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
(UFRRJ), Seropédica - RJ

**RESUMO:** Dentre as práticas de manejo conservacionistas utilizadas na agricultura destaca-se o sistema de plantio direto (SPD). Esse sistema se fundamenta na ausência do revolvimento do solo, rotação de culturas e na presença permanente de cobertura do solo. Nesse contexto, o objetivo desse estudo foi avaliar os atributos edáficos em áreas sob plantio direto com diferentes plantas de cobertura e culturas.

O experimento foi realizado em Uberaba-MG, em um delineamento em parcelas subdivididas com seis repetições. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, sendo coletadas amostras deformadas nas camadas (0-5; 5-10; 10-20; e 20-40 cm) de profundidade. Foi avaliada a fertilidade do solo (pH,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e P assimilável e carbono orgânico total (COT). Para os atributos químicos foram observados valores de pH elevados em todas as profundidades, associados aos menores valores de  $\text{Al}^{3+}$  e maiores valores de  $\text{Ca}+\text{Mg}$ . Maiores valores de  $\text{K}^+$  foram quantificados na camada superficial sendo um efeito combinado da adubação potássica associada à ciclagem de nutrientes promovida pelas diferentes coberturas. Maiores valores de P ocorreram na camada superficial, resultado da adubação fosfatada. Os maiores teores de COT foram verificados na camada superficial em função da adição de resíduos vegetais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Atributos do solo; Carbono orgânico; Cerrado; Ciclagem de nutrientes.

### EDAPHIC ATTRIBUTES UNDER DIFFERENT VEGETABLE COVERINGS IN DIRECT PLANTING SYSTEM

**ABSTRACT:** Among the conservation

management practices used in agriculture, the no-tillage system (SPD) stands out. This system is based on the absence of soil disturbance, crop rotation and the permanent presence of soil cover. In this context, the objective of this study was to evaluate the soil characteristics in areas under no-tillage with different cover crops and crops. The experiment was carried out in Uberaba-MG, in a split-plot design with six replications. The soil was classified as Ferralsol (Latossolo Vermelho Distrófico), and disturbed samples were collected in the 0-5; 5-10; 10-20; and 20-40 cm depth. Soil fertility (pH, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, assimilable P and total organic carbon (TOC) was evaluated. For the chemical attributes, high pH values were observed in all depths, associated with lower Al<sup>3+</sup> values and higher Ca + Mg values. In the surface layer higher values of K<sup>+</sup> were quantified, being a combined effect of potassium fertilization associated with the nutrient cycling promoted by the different coverings. Higher P values were observed in the surface layer, resulting from phosphate fertilization. The highest levels of TOC were verified in the superficial layer due to the addition of plant residues.

**KEYWORDS:** Cerrado; Nutrient cycling; Organic carbon; Soil attributes.

## 1 | INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a ocupação agrícola do bioma Cerrado tem se intensificado, levando ao desmatamento generalizado, uso da mecanização e fertilização intensiva. Diante desse cenário, a adoção de novas tecnologias fundamentadas em bases conservacionistas, tais como o sistema de plantio direto (SPD) ou sistema de semeadura direta (SSD) sobre a palha, tem se tornado uma estratégia essencial para a recuperação e manutenção da qualidade dos solos dessa região (Leite et al., 2010). Costa et al. (2015) observaram em seu estudo que a utilização de outros sistemas conservacionistas, como: a rotação de culturas e a integração lavoura-pecuária (ILP), também contribuem para a conservação do solo.

De acordo com Rossetti & Centurion (2015) a adoção de sistemas de manejo do solo conservacionistas tem sido muito rentável, visto que tais sistemas diminuem a perda de matéria orgânica, o que acaba contribuindo para o uso agrícola sustentável.

O SPD engloba uma série de técnicas que preconizam a semeadura direta sobre os resíduos vegetais de plantas de cobertura, sem o revolvimento do solo. Para atingir seu potencial em benefícios, o SPD deve ser acompanhado da rotação de culturas, em que estejam incluídas as espécies vegetais melhoradoras e/ou condicionadoras do solo. Essas espécies devem compor um sistema agrícola que apresente eficiente cobertura do solo e ciclagem de nutrientes, e conseqüentemente ocorrerá aumento dos estoques de carbono e nitrogênio, dos níveis de fertilidade do solo, controle de plantas invasoras e melhoria dos atributos físico-hídricos, químicos e biológicos do solo. O conjunto desses benefícios refletirá no aumento da produtividade das culturas subsequentes (Carvalho, 2010).

Inicialmente implantando na região Sul do Brasil, o SPD se expandiu para o Cerrado, onde se observam condições edáficas e climáticas diferenciadas da região sul. Em função dessas condições, a dinâmica da produção, acúmulo e decomposição da matéria orgânica (palhada) é alterada, sendo necessário o estudo de novas plantas de coberturas visando à maximização da eficiência do SPD nesse bioma.

A exploração inadequada do solo no Cerrado favorece a degradação, principalmente pela intensificação dos processos de erosão e compactação, modificando os atributos do solo, além de causar forte redução nos estoques orgânicos e degradação do conjunto de propriedades edáficas que estão associadas (Resck et al., 1991, Guareschi et al., 2013). Tal fato pode ser uma possível explicação para os baixos rendimentos do SPD verificados em algumas áreas, contribuindo com os problemas de conservação do solo e durabilidade da produção vegetal.

No Triângulo Mineiro, na região de Uberaba (MG), é observada uma grande extensão de Latossolos Vermelhos (Santos et al., 2013), os quais apresentam limitações de ordem química e física para a sua utilização. Dentre as principais características limitantes ao uso agrícola, destaca-se a textura arenosa dos horizontes superficiais, que contribui para menor retenção de água. Além disso, essa textura na camada superficial do solo associada às condições climáticas locais que ocorrem em maior período anual, principalmente, elevada temperatura e umidade, favorece a rápida decomposição da palhada produzida pelas plantas de coberturas que são utilizadas na região (Calegari et al., 1993, Torres et al., 2008). Adicionalmente, esses solos apresentam baixa capacidade de troca catiônica (CTC) e elevada fixação de fósforo (P), assim a matéria orgânica tem grande importância na retenção de nutrientes, na diminuição da adsorção de P e, conseqüentemente, aumento do potencial produtivo.

Segundo Freitas et al. (2014) as propriedades químicas dos solos são afetadas com a retirada da vegetação, o que é corroborado por Rosolem et al. (2003), Menezes & Leandro (2004) e Boer et al. (2007), sendo que a permanência dos resíduos vegetais sobre a superfície do solo favorece a melhoria e manutenção de sua qualidade, pois o protege da radiação solar, diminui o impacto direto das gotas de chuva, mantém a umidade do solo e auxilia no controle de plantas invasoras. Além disso, plantas de cobertura podem restituir quantidades consideráveis de nutrientes aos cultivos, uma vez que esses resíduos liberaram os nutrientes de sua composição no processo de sua decomposição. Entretanto, a disponibilização desses nutrientes pode ser rápida e pontual ou lenta e gradual, em função da interação entre os fatores climáticos, a quantidade e qualidade do resíduo vegetal (Oliveira et al., 2002).

Estudos como os de Bertol et al. (1998), Oliveira et al. (2000), Aita et al. (2001), Aita & Giacomini (2003), Torres et al. (2005), Espíndola et al. (2006), Boer et al. (2007; 2008), Gama-Rodrigues et al. (2007), Torres et al. (2008), conduzidos em diferentes condições edafoclimáticas, têm demonstrado os efeitos benéficos das plantas de cobertura,

decorrentes da produção de fitomassa, acúmulo e posterior liberação de nutrientes por decomposição da palhada, nas propriedades do solo e no rendimento das culturas que posteriormente são cultivadas, sendo que esses fatores explicam o grande avanço no uso desse sistema de manejo (Arf et al., 2015).

A partir do exposto, esse trabalho teve como principal objetivo avaliar as modificações dos atributos químicos de um Latossolo Vermelho distrófico em função do emprego de diferentes plantas de cobertura em sistema de plantio direto (SPD), em uma área cultivada com milho e soja, em Uberaba-MG.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em uma área do Cerrado, onde o SPD vem sendo conduzido por 12 anos, desde o ano de 2000, na área experimental da Unidade I do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFTM) campus Uberaba (antigo CEFET), no município de Uberaba-MG, localizado a 19° 39' 19" S, 47° 57' 27" W, a cerca de 795 m de altitude. A mesma área apresentava um histórico de mais de 20 anos em sistema de plantio convencional do solo, com o cultivo de milho e soja rotacionados.

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo tropical quente (Aw), apresentando inverno frio e seco. A precipitação média anual é de 1.600 mm, a temperatura média anual é de 22,6°C, e a umidade relativa do ar média é de 68%. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico de acordo com SANTOS (2018).

No período de 2000 a 2006, os tratamentos utilizados consistiram de quatro tipos de coberturas do solo: braquiária (*Urochloa brizantha*), crotalária juncea (*Crotalaria juncea*), milheto ADR 500 (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) e pousio (vegetação espontânea). No período de 2007 a 2009 os tratamentos foram cinco tipos de cobertura de solo: braquiária (*Urochloa brizantha*), crotalária juncea (*Crotalaria juncea*), milheto ADR 500 (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke), pousio (vegetação espontânea) e sem cobertura (sistema de plantio convencional do solo, com aração e gradagem). No ano de 2010 a área passou por um período de pousio prolongado. No período de 2011 a 2013 foram utilizadas quatro tipos de cobertura: braquiária (*Urochloa brizantha*), crotalária juncea (*Crotalaria juncea*), milheto ADR 500 (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) e feijão de porco (*Canavalia ensiformis* DC.).

O delineamento experimental utilizado na área experimental foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas. Após o manejo das plantas de coberturas, as parcelas foram subdivididas e semeadas duas culturas de verão, soja e milho em rotação, em faixas, totalizando 32 parcelas de 40 m<sup>2</sup> (4 x 10 m) por bloco experimental, com quatro repetições. Salienta-se que na área de pousio observou-se o predomínio de gramíneas principalmente *Rynchelytrum repens*, *Cenchrus echinatus* L, *Digitaria horizontalis*, além de *Bidens pilosa*,

*Richardia brasiliensis*, *Euphorbia heterophylla* e *Chamaesyce hirta*.

Quanto à adubação realizada na área foram utilizados na semeadura do milho 380 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 04-20-20 (N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O). Na adubação de cobertura utilizou-se 100 kg ha<sup>-1</sup> de N e 80 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, parcelados aos 20 e 40 dias após a semeadura. Para a soja aplicou-se na semeadura 200 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 0-20-15 + 2,5% Zn + 2,5% Mn, correspondendo 40 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, 5 kg ha<sup>-1</sup> de Zn, e 5 kg ha<sup>-1</sup> de Mn, sem inoculação. Em relação à calagem foram aplicados 2 ton ha<sup>-1</sup>.

As amostras de terra para avaliação da fertilidade do solo foram coletadas, com auxílio de uma espátula, nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm mediante a abertura de pequenas trincheiras transversais às linhas de semeadura. Após a coleta todas as amostras foram identificadas e acondicionadas em sacos plásticos, sendo-as conduzidas ao laboratório. Em seguida, as amostras já transportadas para o laboratório foram secas ao ar e peneiradas em malha de 2 mm, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA).

Foram realizadas análises de fertilidade do solo determinando-se os valores de pH em água, teores de Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, Al<sup>+3</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, P, H+Al, segundo Teixeira et al., (2017). Os teores de carbono orgânico total (COT) foram quantificados conforme Yeomans & Bremner (1988). Posteriormente foram calculados o Valor S (soma dos teores de cálcio, magnésio, potássio e sódio) e os Valores T, e V% de acordo com o proposto por Teixeira et al., (2017).

Foi realizado também o fracionamento granulométrico da matéria orgânica para a camada de 0-5 cm. Foram utilizadas 20 g de TFSA e 60 mL de solução de hexametáfosfato de sódio (5 g L<sup>-1</sup>), sendo homogeneizados durante 15 horas em agitador horizontal (Cambardella & Elliot, 1992). A seguir, a suspensão foi passada em peneira de 53 µm com auxílio de jato de água. O material retido na peneira, que consiste no carbono orgânico particulado (COp) tamanho da fração areia, foi seco em estufa a 60°C, quantificado em relação a sua massa, macerado em gral de porcelana e analisado em relação ao teor de COT segundo (Yeomans & Bremner 1988). O material que passou pela peneira de 53 µm, que consiste no carbono orgânico associado aos minerais (COam) das frações silte e argila, foi obtido por diferença entre o COT e COp.

Os resultados encontrados foram analisados quanto à normalidade e homogeneidade dos dados por meio do teste de Tukey. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com seis tratamentos (SPD – braquiária, crotalária, milho ADR 500, pousio, sorgo, feijão de porco), e com quatro repetições cada. Os resultados foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F e os valores médios comparados entre si pelo teste de Tukey. Para a camada de 0-5 cm foi realizada uma análise multivariada, para avaliar o comportamento dos atributos, onde foi organizada uma divisão quanto a associação cultura/cobertura (Soja/Sorgo (SS); Soja/Feijão de porco (SF); Soja/Braquiária (SB); Soja/Crotalária (SC); Soja/Milho ADR 500 (SM); Soja/Pousio (SP); Milho/Milho ADR 500 (MM); Milho/Braquiária (MB); Milho/Feijão de porco (MF); Milho/Sorgo (MS); Milho/Crotalária



(MC); e Milho/Pousio (MP). As análises estatísticas univariadas e multivariadas, foram realizadas através dos softwares Assistat 7.7 Beta e Past.exe, respectivamente.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observados efeitos das diferentes culturas (milho e soja) nos atributos do solo, dessa forma serão apenas discutidos os efeitos das diferentes coberturas vegetais.

Para os valores de pH, nas profundidades estudadas, não foram observadas diferenças significativas entre as coberturas. De maneira geral, verificou-se um decréscimo dos valores de pH em profundidade, como pode ser observado na Tabela 1. Os valores variaram de 5,55 para a cobertura de crotalária a 6,39 para a cobertura de sorgo nas profundidades, 20-40 cm e 0-5 cm, respectivamente. Os valores de pH, segundo Freire et al. (2013), foram classificados como moderadamente ácidos. Os elevados valores de pH foram decorrentes da calagem realizada na área. Padrão similar ao observado nesse estudo foi verificado por Pöttker & Ben (1998), avaliando o efeito da calagem para uma rotação de culturas no SPD em Latossolos no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Os mesmos autores verificaram, para os diferentes tratamentos, que os efeitos foram observados de forma mais expressiva na camada de 0-5 cm de profundidade.

Avaliando o efeito da aplicação de calcário e culturas de cobertura na implantação do SPD em Cerrado, Leal et al. (2008) verificaram que a incorporação do calcário na camada de 0-20 cm modificou, uniformemente, os valores de pH.

Cobertura	pH	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	P	COT
		cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>						mg kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>
Braquiária	6,12a	0,65b	0,69 b	0,05ab	2,08a	0,21a	2,36a	20,59a	16,4a
Milho ADR	6,25a	0,95ab	1,10ab	0,04ab	1,79a	0,23a	2,41a	16,98a	14,2a
Crotalária	5,91a	0,68b	0,95ab	0,06a	2,12a	0,19a	1,99a	12,86a	12,9a
Sorgo	6,39a	1,30a	0,90ab	0,04ab	1,57a	0,12a	2,37a	13,96a	15,3a
Feijão de Porco	6,29a	0,88ab	1,21a	0,04b	1,71a	0,14a	2,48a	16,66a	14,2a
Pousio	6,07a	1,04ab	0,81ab	0,05ab	1,72a	0,20a	2,17a	19,12a	13,2a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey 5%.

Tabela 1. Valores de pH, Al<sup>3+</sup> e teores de nutrientes na profundidade 0-5 cm.

Cobertura	pH	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	P	COT
		cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>						mg kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>
Braquiária	5,95a	0,61a	0,53a	0,04ab	2,48a	0,05a	1,35a	7,49a	11,9a
Milho ADR	6,14a	0,69a	0,73a	0,03b	2,08a	0,07a	1,27a	7,80a	12,4a
Crotalária	5,81a	0,60a	0,80a	0,07a	2,29ab	0,06a	0,97a	6,14a	12,6a
Sorgo	6,16a	0,79a	0,48a	0,04ab	1,91b	0,04a	1,19a	7,32a	13,0a
Feijão de Porco	6,18a	0,71a	0,82a	0,04ab	2,05ab	0,04a	1,43a	7,87a	12,3a
Pousio	6,07a	0,78a	0,66a	0,05ab	1,91b	0,07a	1,01a	7,20a	11,2a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey 5%.

Tabela 2. Valores de pH, Al<sup>3+</sup> e teores de nutrientes na profundidade 5-10 cm.

Cobertura	pH	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	P	COT
			cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>					mg kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>
Braquiária	5,85a	0,58a	0,58a	0,15a	1,16a	0,01a	0,14a	10,73a	11,1a
Milho ADR	5,90a	0,58a	0,71a	0,14a	1,22a	0,01a	0,10a	10,45a	11,4a
Crotalária	5,82 <sup>a</sup>	0,55a	0,73a	0,13a	1,17a	0,01a	0,11a	7,04a	10,3a
Sorgo	5,94a	0,67a	0,48a	0,11a	1,03a	0,01a	0,11a	9,19a	11,1a
Feijão de Porco	6,03a	0,60a	0,63a	0,10a	1,00a	0,01a	0,11a	6,32a	10,5a
Pousio	6,12a	0,63a	0,63a	0,12a	1,22a	0,01a	0,11a	6,10a	10,2a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey 5%.

Tabela 3. Valores de pH, Al<sup>3+</sup> e teores de nutrientes na profundidade 10-20 cm.

Cobertura	pH	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	P	COT
			cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>					mg kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>
Braquiária	5,86a	0,39a	0,67a	0,12a	0,88a	0,01a	0,12a	3,39a	10,3a
Milho ADR	5,69a	0,37a	0,77a	0,15a	0,74ab	0,01a	0,10a	3,50a	10,7a
Crotalária	5,55a	0,45a	0,63a	0,14a	0,72ab	0,01a	0,10a	3,62a	11,5 a
Sorgo	5,96a	0,59a	0,49a	0,10a	0,59ab	0,01a	0,11a	2,58a	10,7a
Feijão de Porco	6,10a	0,45a	0,62a	0,13a	0,55b	0,01a	0,12a	1,53a	08,3a
Pousio	5,88a	0,46a	0,68a	0,13a	0,83ab	0,01a	0,10a	1,82a	09,9a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey 5%.

Tabela 4. Valores de pH, Al<sup>3+</sup> e teores de nutrientes na profundidade 20-40 cm.

Quanto aos teores de Ca<sup>2+</sup> (Tabelas de 1 a 4) somente foram observadas diferenças significativas para a profundidade de 0-5 cm, sendo essa variação de 1,30 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> e 0,37 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> para as profundidades de 0-5 cm e 20-40 cm, respectivamente. Analisando-se a profundidade de 0-5 cm, o maior valor de Ca foi verificado na área de sorgo (1,30 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>) e os menores nas áreas de braquiária (0,65 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>) e crotalária (0,68 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>). De maneira similar ao observado para os valores de pH, verificou-se decréscimo de Ca em profundidade.

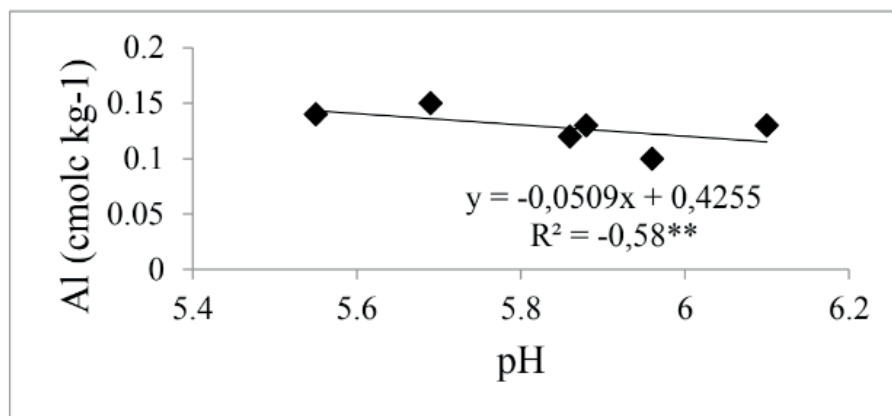
De acordo com Freire et al. (2013), os valores de Ca<sup>2+</sup> observados foram classificados como baixos, o que pode ser decorrente da absorção desses íons pelas culturas, associado as perdas por lixiviação, que possivelmente foram intensificadas pela textura do solo associada a baixa CTC. Os maiores valores de Ca<sup>2+</sup> nas camadas superficiais confirmam a baixa mobilidade do calcário no solo, conforme observado nos estudos de Koch & Estes (1986) e Sá (1995).

Avaliando o SPD em solos do Cerrado Leal et al. (2008) verificaram que a calagem sem incorporação, independentemente do modo de aplicação, corrigiu a acidez do solo e aumentou os teores de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> na camada de 0-5 cm; nas demais profundidades, não houve alterações significativas dos teores desses nutrientes. Os maiores valores de Ca<sup>2+</sup> foram observados para a área de sorgo, esse padrão também foi verificado por Leal et al. (2008). Os autores constataram que o sorgo, como planta de cobertura, possibilitou maiores teores de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> quando a dose de calcário foi subdividida em três aplicações.

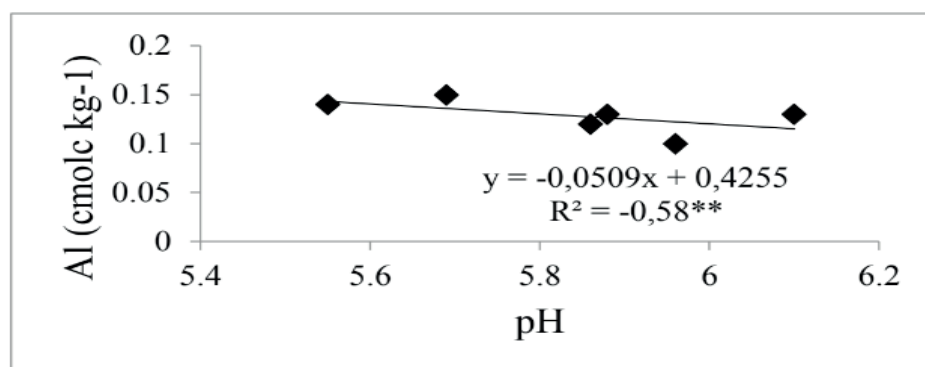
Os valores de  $Mg^{2+}$  apresentaram diferença significativa apenas na profundidade de 0-5 cm, assim como o  $Ca^{2+}$  (Tabelas 1 a 4). Os valores de  $Mg^{2+}$  variaram de  $0,48 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  na área de sorgo e  $1,21 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  na área de feijão de porco, nas profundidades de 10-20 cm e 0-5 cm, respectivamente. Vale ressaltar que os teores desse nutriente apresentaram decréscimo em profundidade, assim como o observado para o  $Ca^{2+}$  e os valores de pH. Segundo Freire et al. (2013), os valores de  $Mg^{2+}$  foram classificados como baixo, o que pode ser decorrente da absorção das culturas sob cultivo e/ou devido as perdas por lixiviação, conforme discutido anteriormente.

Quanto aos valores de  $Al^{3+}$  constataram-se diferenças significativas entre as coberturas nas profundidades de 0-5 cm e 5-10 cm. Foram verificados aumentos nos valores de  $Al^{3+}$  em profundidade, em função do decréscimo dos teores de  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ , associados aos menores valores de pH. Os valores de  $Al^{3+}$  variaram de  $0,03 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  para a cobertura de milho ADR e  $0,15 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  para as coberturas de milho ADR e braquiária, nas profundidades de 10-20 cm e 20-40 cm. Os valores de  $Al^{3+}$  em todas as profundidades foram classificados como baixos Freire et al. (2013), o que pode ser decorrente da calagem realizada na área.

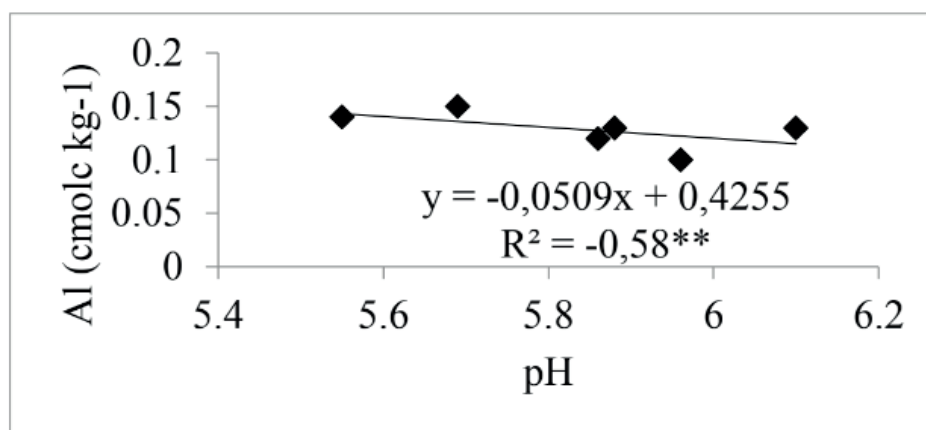
Na Figura 1 verificam-se as correlações entre os valores de pH e  $Al^{3+}$ . Pode-se constatar que esta foi negativa e significativa, com diminuição dos valores de correlação em profundidade.



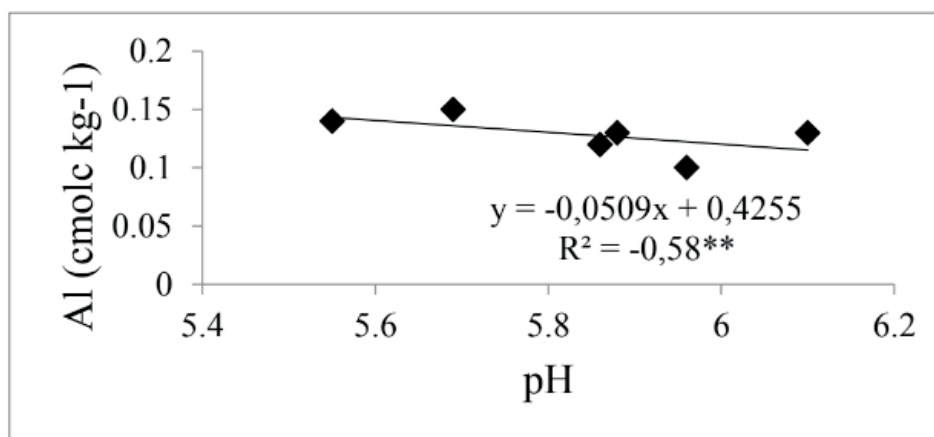
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 1. Relações entre os valores  $Al^{3+}$  e pH para as diferentes profundidades: (a) 0-5, (b) 5-10, (c) 10-20 e (d) 20-40 cm.

Os valores de  $Na^+$  não apresentaram diferença significativa nas profundidades estudadas, variando de  $0,01 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  a  $0,23 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  (Tabelas 1 a 4). Os baixos valores de  $Na^+$  devem-se a ausência de contribuintes tais como rochas com minerais que apresentem  $Na^+$  em sua composição, e o afastamento de regiões litorâneas, que poderiam contribuir com o aumento desse elemento.

Para os valores de  $K^+$  não foram observadas diferenças significativas entre as coberturas nas profundidades estudadas. Porém, verificou-se um decréscimo dos valores de  $K^+$  em profundidade, como se pode observado nas Tabelas de 1 a 4. Sendo a variação dos valores de  $0,10 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  ( $39 \text{ mg kg}^{-1}$ ) para as coberturas de milho ADR, crotalária e pousio a  $2,48 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  ( $967,2 \text{ mg kg}^{-1}$ ) para a cobertura de feijão de porco, respectivamente, nas profundidades de 20-40cm e 0-5cm. De acordo com Freire et al. (2013), os valores de  $K^+$  foram classificados como muito alto, médio e baixo para as camadas estudadas.

Maiores valores de K na camada superficial também foram verificados por Caires (1998) e Leal et al. (2008), em áreas de cultivo. Esses autores afirmam que esse padrão, provavelmente, está relacionado com a extração de  $K^+$  das camadas inferiores pelas raízes

das culturas, e sua posterior deposição na superfície do solo, decorrente da decomposição dos resíduos culturais, caracterizando um processo de ciclagem deste nutriente.

Os valores de P, observados nas Tabelas de 1 a 4, não apresentaram diferenças significativas nas profundidades avaliadas. Verificou-se uma variação de 20,59 mg kg<sup>-1</sup> a 1,53 mg kg<sup>-1</sup> para as profundidades de 0-5 cm e 20-40 cm, respectivamente. O maior valor de P foi observado na área de braquiária (20,59 mg kg<sup>-1</sup>) e o menor valor na área de feijão de porco (1,53 mg kg<sup>-1</sup>), nas profundidades de 0-5 cm e 20,40 cm, respectivamente. De maneira similar ao observado para os valores de pH e teores de Ca+Mg, o P apresentou decréscimo em profundidade.

De acordo com Freire et al. (2013), os valores de P foram classificados como médios para a camada de 0-5 cm, e baixos para as demais camadas, o que pode ser explicado devido a adubação fosfatada realizada na área. Os baixos valores de P em profundidade podem ser causados pelo alto poder de fixação de P verificado no solo, já que se trata de um Latossolo Vermelho e, tais solos apresentam, de maneira geral, uma alta capacidade de adsorção desse elemento.

Os valores da acidez potencial (H+Al) estão associados aos teores de carbono orgânico do solo. Para esse atributo foram observadas diferenças significativas entre as coberturas nas profundidades 5-10 cm e 20-40 cm. Os valores variaram de 2,48 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> e 0,88 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> na área de braquiária para as profundidades de 0-5 cm e 20-40 cm, respectivamente. Foi verificado decréscimo dos valores em profundidade, estando esse associado à diminuição dos teores de carbono orgânico do solo.

Para os teores de carbono total (COT), não foram verificadas diferenças significativas entre as coberturas, sendo os maiores valores quantificados na camada superficial de 0-5 cm, com decréscimo em profundidade. Os maiores valores de carbono 16,4 g kg<sup>-1</sup> foram quantificados na área de braquiária e os menores na área de feijão de porco 8,3 g kg<sup>-1</sup>, na profundidade de 20-40 cm. Os valores observados foram inferiores aos quantificados por Guareschi et al. (2013) estudando a deposição de resíduos vegetais, matéria orgânica leve, estoques de carbono e nitrogênio e fósforo remanescente sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado goiano. Uma possível explicação para esse padrão pode ser a textura das camadas superficiais do solo da área de estudo. Essa camada apresenta-se mais arenosa quando comparada as áreas de estudo do autor supracitado, favorecendo uma rápida decomposição da matéria orgânica e retardando seu acúmulo no solo.

Pela análise de componentes principais (ACP), utilizando-se como variáveis as análises de fertilidade e fracionamento granulométrico, observou-se nos 2 primeiros componentes 55,91% da variância total, sendo 33,14% na CP1 e 22,77% na CP2. Em estudo similar Loss et al., (2009), Freitas (2011) e Freitas et al., (2014) encontraram valores de variância acima de 70%, sendo esses valores, atribuídos a variabilidade destes atributos.

A contribuição entre as variáveis e as componentes principais possibilitou identificar



as variáveis que mais se expressam na conservação do solo nesse SPD, o que pode ser observado na Tabela 5.

Atributos	Componente Principal	
	CP1	CP2
pH	<u>0,9137</u>	-0,2172
Ca <sup>2+</sup>	<u>0,7604</u>	-0,1534
Mg <sup>2+</sup>	0,5302	0,2160
Al <sup>3+</sup>	-0,6721	0,5648
H+Al	<u>-0,8971</u>	-0,0949
Na <sup>+</sup>	0,6344	-0,06203
K <sup>+</sup>	-0,3974	-0,1218
P	-0,1918	-0,5823
COT	0,1826	<u>0,9098</u>
COP	-0,1576	-0,1646
Coam	0,1981	0,9203

Tabela 5. Contribuição entre cada componente principal e variáveis analisadas.

As variáveis mais fortemente correlacionadas com a associação SM foram: pH e Ca<sup>2+</sup> (Tabela 5 e Figura 1), apresentando-se, no segundo quadrante, com pequeno ângulo em relação ao eixo das abscissas. Que pode ser explicada conforme observado anteriormente pela calagem realizada na área e devido à baixa mobilidade do calcário no solo.

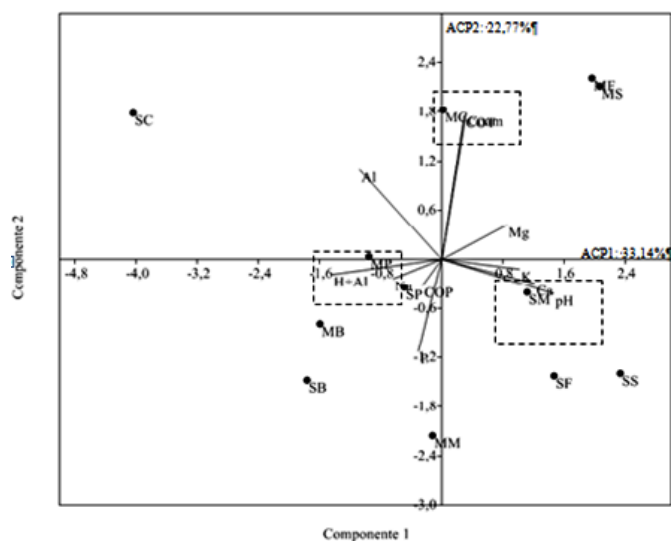


Figura 2. Análise de componentes principais (ACP) com base nas variáveis do solo nas diferentes associações cultura/cobertura.

A associação MC é caracterizada por apresentar forte correlação com Coam e COT. Já na associação MP encontra-se forte relação com a variável H+Al. Os valores de Coam e COT na associação cultura/cobertura MC foram maiores entre as demais associações cultura/cobertura, provavelmente, em consequência da maior deposição de massa seca

das coberturas vegetais no solo.

Por meio da ACP apresentada, pode-se observar o comportamento das variáveis, e suas distinções quando relacionadas à associação cultura/cobertura (Figura 2), em que as associações SM, MC e MP apresentaram fortes correlações quando comparadas com as demais.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não foram verificados efeitos das diferentes culturas nos atributos edáficos. No entanto os valores de pH apresentarem-se elevados em todas as profundidades, associados aos menores valores de  $Al^{3+}$  e maiores valores de  $Ca+Mg$ . Já para os teores de  $K^+$ , os maiores valores foram observados na camada superficial sendo um efeito combinado da adubação potássica associada à ciclagem de nutrientes promovida pelas diferentes coberturas.

Quanto aos teores de P na camada superficial foram quantificados os maiores valores, reflexo da adubação fosfatada e os teores de carbono orgânico foram mais elevados na camada superficial em função da adição de resíduos vegetais, diminuindo em profundidade.

A análise de componente principal (ACP) mostrou que os principais atributos para distinção das associações foram o pH e  $Ca^{2+}$  para SM, Coam para MC,  $H+Al$  para MP.

As principais modificações na fertilidade do solo estiveram relacionadas às práticas de adubação e calagem associado ao uso das coberturas vegetais.

#### REFERÊNCIAS

AITA, C.; BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; GONÇALVES, C.N. & DA ROS, C.O.C. **Plantas de cobertura de solo como fontes de nitrogênio ao milho.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 25: 157-1165, 2001.

AITA, C. & GIACOMINI, S. J. **Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 27: 601-612, 2003.

ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; NASCENTE, A. S.; LACERDA, M. C. **Espaçamento e adubação nitrogenada afetando o desenvolvimento do arroz de terras altas sob plantio direto.** Revista Ceres, 62 (5): 475-482, 2015.

BERTOL, I.; GOMES, K. E.; DENARDIN, R. B. N.; MACHADO, L. A. Z.; MARASCHIN, G. E. **Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem numa pastagem natural.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, 33: 779-786, 1998.

BOER, C. A.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F. R. **Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de Cerrado.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, 42: 1269-1276, 2007.

CAIRES, E. F.; CHUEIRI, W. A.; MADRUGA, E. F.; FIGUEIREDO, A. **Alterações de características químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na superfície em sistema de cultivo sem preparo do solo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 22: 27-34, 1998.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; WILDER, L. do P.; COSTA, M. B. B. da; ALCÂNTARA, P. B.; MYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. **Adubação verde no Brasil**. Rio de Janeiro: Assessoria de Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 1993. 346 p.

CAMBARDELLA, C. A.; ELLIOTT, E. T. **Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence**. Soil Science Society of America Journal, 56: 777-783, 1992.

CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; MELLO, C. R. & CERRI, C. E. P. **Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 34: 277-290, 2010.

COSTA, N. Q.; ANDREOTTI, M.; SAMEJIMA K.; LOPES, M.; YOKOBATAKE K. L.; FERREIRA, J. P.; PARIZ, C. M.; BONINI, C. dos S. B.; LONGHINI, V. Z. **Atributos do Solo e Acúmulo de Carbono na Integração Lavoura-Pecuária em Sistema Plantio Direto**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 39: 852-863, 2015.

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L.; TEIXEIRA, M. G.; URQUIAGA, S. **Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeiras**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 30: 321-328, 2006.

FREITAS, L. **Influência de fragmentos florestais nativos sobre os parâmetros químicos, físicos e microbiológicos de solos cultivados com cana-de-açúcar**. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2011. 112p. (Dissertação Mestrado).

FREITAS, L. de; CASAGRANDE, J. C.; OLIVEIRA, I. A. de; SOUZA JÚNIOR, P. R.; CAMPOS, M. C. C. **Análises multivariadas de atributos químicos do solo para caracterização de ambientes**. Revista Agroambiente, 8 (2): 155-164, 2014.

GUARESCHI, R. F.; PEREIRA, M. G.; PERIN, A. **Oxidizable carbon fractions in Red Latosol under different management systems**. Revista Ciência Agronômica, 44 (2): 242-250, 2013.

KOCH, D. W. & ESTES, G. O. **Liming rate and method in relation to forage establishment - crop and soil chemical responses**. Agronomy Journal, 78: 567-571, 1986.

LEAL, A. J. F.; LAZARINI, E.; RODRIGUES, L. R. ; MURASHI T, C; BUZETTI, S.; MASCARENHAS H. A. A. **Aplicação de calcário e culturas de cobertura na implantação do sistema plantio direto em Cerrado**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 32: 2771-2777, 2008.

LEITE, L. F. C.; GALVÃO, S. R. S.; HOLANDA NETO, M. R.; ARAÚJO, F. S.; IWATA, B. F. **Atributos químicos e estoques de carbono em Latossolo sob plantio direto no cerrado do Piauí**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 14: 1273-1280, 2010.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L. H. C.; SILVA, E. M. R. **Atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo em sistema integrado de produção agroecológica**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 44 (1): 68-75, 2009.

OLIVEIRA, E.; MEDEIROS, G. B.; MARUN, F.; OLIVEIRA, J. C.; SÁ, J. P. G.; COLOSSI, F. A.; KRANZ, W. M.; SILVA, J. R. N. F.; ABRAHÃO, J. J. S.; GUERINI, V. L.; MARTIN, G. L. **Recuperação de pastagens no noroeste do Paraná: bases para o plantio direto e integração lavoura e pecuária**. Londrina, IAPAR, 2000. 96p.

OLIVEIRA, A. L. M.; URQUIAGA, S.; DÖBEREINER, J.; BALDANI, J. I. **The effect of inoculating endophytic N<sub>2</sub>-fixing bacteria on micropropagated sugarcane plants**. Plant and Soil, 242: 205-215, 2002.

RESCK, D. V. S.; PEREIRA, J.; SILVA, J. E. **Dinâmica da matéria orgânica na região dos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA/CPAC, 1991. 22p.

ROSSETTI, K. De V. & CENTURION, J. F. **Estoque de carbono e atributos físicos de um Latossolo em**

**cronosequência sob diferentes manejos.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 19 (3): 252–258, 2015.

ROSOLEM, C. A.; CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S. **Lixiviação de potássio da palha de coberturas de solo em função da quantidade de chuva recebida.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 27: 355-362, 2003.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 5° ed. Brasília: Embrapa. 2018. 356p.

TEIXEIRA, P. C., DONAGEMMA, G. K., FONTANA, A., TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solos.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017, 573p.

TORRES J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. **Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, 43 (3): 421-428, 2008.

TORRES, J. L. R. & PEREIRA, M. G. **Dificuldades e soluções da semeadura direta.** Fevereiro, 2013. 62p.

YEOMANS J. C. & BREMNER J. M. **A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil.** Communications in Soil Science and Plant Analysis. 19: 1467-1476. 1988.

## ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO DE VOÇOROCAS COM DIFERENTES TEMPOS DE FORMAÇÃO

*Data de aceite: 01/07/2020*

### **João Henrique Gaia-Gomes**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
(UFRRJ), Seropédica - RJ

### **Marcos Gervasio Pereira**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
(UFRRJ), Seropédica - RJ

### **Fabiana da Costa Barros**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
(UFRRJ), Seropédica – RJ

### **Gilsonley Lopes dos Santos**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
(UFRRJ), Seropédica – RJ

### **Otávio Augusto Queiroz dos Santos**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
(UFRRJ), Seropédica – RJ

### **Douglath Alves Corrêa Fernandes**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
(UFRRJ), Seropédica – RJ

### **Cristiane Figueira da Silva**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
(UFRRJ), Seropédica – RJ

**RESUMO:** A erosão hídrica tem se tornado um dos principais agentes de degradação dos solos agricultáveis, tendo como uma das consequências a redução dos teores de nutrientes em especial nas camadas superficiais, podendo em estágios mais avançados, se

apresentar na forma de voçorocas. No entanto, pouco são os estudos que avaliam os atributos químicos e físicos de solos em ambientes degradados. Desse modo, o presente estudo teve como objetivo caracterizar as propriedades químicas e físicas do solo em voçorocas com diferentes tempos de formação e mesma classe de solo ocorrente. O estudo foi desenvolvido no município de Seropédica-RJ, onde foram selecionadas duas voçorocas para coleta de amostras, as quais foram divididas em dois ambientes, a saber, face interna e externa. A partir de então foram coletadas amostras deformadas e indeformadas em ambas as faces. Após a coleta, foram realizadas análises para a caracterização do complexo sortivo, teor de carbono orgânico total, densidade do solo (Ds), densidade de partículas (Dp), volume total de poros (VTP) e granulometria. As voçorocas foram classificadas quanto ao tempo de formação em inicial e estágio juvenil. Verificou-se que a voçoroca classificada como inicial apresentou menor fertilidade no ambiente interno. No mesmo ambiente também foram encontrados maiores teores de argila e silte. No que se refere à voçoroca classificada como juvenil, não foi constatado um padrão distinto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Degradação; Indicadores de qualidade ambiental; Processos erosivos.



**ABSTRACT:** Water erosion has become one of the main agents of degradation of agricultural soils, having as one consequence the reduction of nutrient content especially in the superficial layers, and may be more important, being in the form of voices. However, studies that evaluate the chemical and physical data of soils in degraded environments. Thus, the present study aimed to characterize the chemical and physical properties of the soil in gullies with different formation times and the same soil class. The non-community study was carried out from Seropédica-RJ, where two samples were selected for sample collection, as they were divided into two environments, a saber, internal and external face. From then on, deformed and undeformed samples were collected on both sides. After collection, they were analyzed for characterization of physical content, total organic carbon content, bulk density (Ds), particle density (Dp), total pore volume (VTP) and particle size. The gullies were classified according to the juvenile and initial stage evolutionary stage. It was found that the gully listed as lower initial fertility in the indoor environment. The highest clay and silt contents were not found. For a sample rate as juvenile, no pattern was found.

**KEYWORDS:** Degradation; Environmental quality indicators; Erosive processes.

## 1 | INTRODUÇÃO

A erosão hídrica é um fenômeno natural que assume grande importância na transformação da paisagem por meio dos processos de desagregação, transporte e deposição de sedimentos. A intensidade desses processos, variam conforme as propriedades: erosividade e erodibilidade. A erosividade é a capacidade da chuva em causar a erosão do solo. Entender a distribuição espacial e as tendências temporais é crítico para avaliar o risco de erosão do solo e melhorar o planejamento da conservação do solo (XU et al., 2019). Já a erodibilidade representa a sua susceptibilidade à erosão (CUNHA et al., 2019). Associados a essas propriedades, fatores naturais (precipitação, cobertura vegetal, relevo), e a ação antrópica desordenada e inadequada influenciam na intensidade desses fenômenos naturais, apresentam-se como fatores agravantes (ROBERTS et al., 2019).

Dentre as formas de erosão hídrica, a laminar se caracteriza por possibilitar a perda de solo em camadas finas e de maneira homogênea. De maneira geral, os processos erosivos iniciam-se na forma de erosão laminar e evoluem para a linear, a qual compreende os sulcos, ravinas, e no estágio mais avançado, voçorocas. As voçorocas apresentam diferentes padrões, podendo ser classificadas quanto ao tempo de formação e morfologia em: inicial, juvenil, madura e senil (VIEIRA, 2008; DOBEK et al., 2011; QUEIROZ, 2011).

Deste modo, as voçorocas são caracterizadas por representar o estágio mais avançado dos processos erosivos hídricos. As mesmas são responsáveis por perdas sociais e econômicas, uma vez que a degradação do solo proporcionada por este fenômeno causa além da perda de solo e nutrientes, assoreamento de lagos e rios, aumento de gastos

para correção e fertilização da área, redução do rendimento operacional de maquinário e perdas de área agricultável (REZENDE et al., 2011).

Além da perda de solo, os processos erosivos também possibilitam o transporte de nutrientes e matéria orgânica, empobrecendo o solo e conseqüentemente, aumentando os custos com fertilizantes minerais (NOVARA et al., 2015; YAN & CAI, 2015). O que ressalta importância e a necessidade de monitoramento dos atributos químicos e físicos de solo em ambientes degradados.

GOMIDE et al. (2011), realizou estudo com intuito de avaliar os atributos químicos, físicos e biológicos em ambientes com e sem cobertura vegetal de três voçorocas localizadas em Lavras – Minas Gerais. Segundo os autores, nas parcelas em que não havia cobertura, houve redução considerável nos teores de P, K, Ca, Mg e matéria orgânica do solo. Em contrapartida, os valores de acidez potencial e  $Al^{+3}$  foram elevados, o que dificultou o estabelecimento da vegetação. Segundo LEITE et al. (2015), em decorrência da reduzida densidade de vegetação, há baixo teor de matéria orgânica, o que reflete diretamente na fertilidade do solo, tendo em vista que a mesma exerce função essencial, principalmente naqueles não fertilizados.

Dessa forma, a partir de informações dos atributos do solo, o mesmo é capaz de fornecer subsídios para o estabelecimento de sistemas racionais de manejo e contribuir para a manutenção de ecossistemas sustentáveis (CARNEIRO et al., 2009).

Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi caracterizar as propriedades físicas e químicas em duas voçorocas com diferentes tempos de formação e ocorrentes em mesma classe de solo, sendo uma em estágio inicial e a outra em estágio juvenil, localizadas no município de Seropédica, RJ-Brasil.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no município de Seropédica, localizado na região metropolitana do Rio de Janeiro, no qual, encontra-se entre as coordenadas 22° 44' 38" S e 43° 42' 28" W.

O clima da região é sub-úmido, com pouco ou nenhum déficit hídrico, com chuvas concentradas entre novembro a abril e mesotérmico, com calor distribuído durante todo o ano, classificado como Aw segundo KÖPPEN (1948) e ALVAREZ et al., (2014). A temperatura média anual da região é de 24,5°C e a precipitação média de 1213 mm (LIMA, 2012; RIBEIRO, 2016).

Foi realizada a classificação quanto ao tempo de formação e morfologia de duas voçorocas conforme apresentado por VIEIRA (2008), levando em consideração a forma que é resultante de processos específicos e de condições ambientais características de seu local de ocorrência, tais como: geologia (litologia e estrutura), relevo (forma e

declividade), solo, cobertura vegetal e sistema de drenagem, e DOBECK et al. (2011), que considera profundidade, largura, área, processos de regeneração.

Após a classificação, cada voçoroca foi dividida em dois ambientes, sendo eles: interno e externo. A partir da divisão quanto aos ambientes, foram coletadas amostras no interior (dentro) e no exterior (fora) das voçorocas com pontos de coleta com distribuição irregular. Ao todo, para cada voçoroca foram coletadas um total de 60 amostras deformadas (30 dentro e 30 fora), coletadas nas profundidades de 0,0-0,10 m e 0,10-0,20 m e 20 indeformadas (10 dentro e 10 fora) nas profundidades de 0,0-0,10 m.

Após a coleta, as amostras indeformadas foram pesadas e levadas para estufa para secagem sob temperatura de 105 °C, por 48 horas, para a determinação da densidade do solo. As deformadas foram secas, destorroadas e passadas por peneira de 2 mm, obtendo-se então a terra fina seca ao ar (TFSA). Após esse procedimento, as amostras foram submetidas às análises, de acordo com o Manual de Métodos de Análises de Solos (TEIXEIRA et al., 2017).

Foram determinados os valores de pH em água, teores de  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Al}^{+3}$ ,  $\text{K}^{+}$ ,  $\text{Na}^{+}$ , P disponível, H+Al, segundo TEIXEIRA et al. (2017). Os teores de carbono orgânico total (COT) foram quantificados segundo YEOMANS & BREMNER (1988). A partir dos dados obtidos foi calculado o Valor S (soma de bases), que é a soma dos teores de cálcio, magnésio, potássio e sódio. Posteriormente foram calculados os valores T (CTC potencial) e V% (saturação por bases), conforme apresentado por TEIXEIRA et al. (2017).

Quanto aos atributos físicos, foi realizada a análise granulométrica, sendo quantificadas as seguintes frações do solo: areia total ( $\text{g kg}^{-1}$ ), areia grossa ( $\text{g kg}^{-1}$ ), areia fina ( $\text{g kg}^{-1}$ ), argila total ( $\text{g kg}^{-1}$ ), argila natural ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e silte ( $\text{g kg}^{-1}$ ). Para a camada superficial (0-10 cm) foram coletadas amostras para a determinação da Ds e Dp. A partir dos dados de Ds e Dp foi calculado o VTP, de acordo com TEIXEIRA et al. (2017).

De posse dos dados foi realizada a Análise dos Componentes Principais (ACP), que é caracterizada por reduzir o conjunto de variáveis analisadas, sem que haja perdas de informação, simplificando a interpretação da independência entre elas. A técnica realiza combinações lineares do conjunto original de variáveis, tais combinações são denominadas componentes principais (CP) (SILVA, 2010; HONGYU, 2015).

Dessa forma, o primeiro componente principal é o que possui a maior variância e explica a maior variabilidade dos dados analisados. O segundo CP é o que possui a maior variância seguinte e assim sucessivamente. Para avaliar os atributos do presente trabalho, foi utilizado o software Past 2004.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tempo de formação das voçorocas avaliadas foi classificado em inicial e juvenil e a sua morfologia em irregular para ambos os tempos de formação.

De acordo com os resultados da análise granulométrica verificou-se para a voçoroca inicial teores de areia, argila e silte variando de 427,20 a 511,80 g kg<sup>-1</sup>, 173,93 a 222,33 g kg<sup>-1</sup> e 314,27 a 374,53 g kg<sup>-1</sup> respectivamente (Tabela 1).

Ambiente	Prof. (cm)	Ds	Dp	VTP	Areia	Argila	Silte
		---Mg m <sup>-3</sup> ---			%	----g kg <sup>-1</sup> ----	
Interno	0 - 10	1,82	2,22	18,02	451,4	222,33	326,27
	10 - 20		2,22		427,2	198,27	374,53
Externo	0 - 10	2,05	2,21	7,19	511,8	173,93	314,27
	10 - 20		2,21		508,5	174,27	317,27

Tabela 1. Caracterização física do solo avaliados para a voçoroca inicial.

Para a areia, foi observado diminuição em profundidade em ambos ambientes. Essa fração apresentou maiores valores no ambiente externo, corroborando com o verificado por GAIA-GOMES (2017), que ao avaliar os teores das frações granulométricas em voçorocas localizadas na região de Pinheiral, RJ, verificou maiores teores de areia para o ambiente externo.

Já para a argila e silte foram verificados maiores valores no ambiente interno. O ambiente interno, por estar mais em contato com a água, perde por arraste as partículas de menor diâmetro, que são as frações argila e silte (CAMPOS et al., 2012).

Quanto à Dp, observou-se pouca variação tanto em profundidade, quanto entre os ambientes. A pequena variação verificada pode ser explicada pelo fato da Dp ser um atributo que não é influenciada pelo manejo e sim pela composição química e mineralógica do solo (SANTOS et al., 2012).

Para a Ds foram constatados maiores valores desse atributo no ambiente externo. Entretanto, ambos ambientes apresentaram valores considerados altos, o que pode ser explicado pelos baixos teores de matéria orgânica proveniente da cobertura vegetal. Além disso, o solo exposto favorece com que as gotas de chuva expressem seu poder destrutivo contribuído para uma maior degradação dos agregados, no fenômeno denominado encrostamento (ROSA, et al., 2013).

Valores elevados de Ds refletem diretamente no aumento da resistência a penetração, redução da agregação do solo e porosidade total, conseqüentemente, prejudicando a infiltração de água (CÂNDIDO et al., 2014; CARMO et al., 2018 e LIMA et al., 2013). SANTOS et al. (2013), realizaram estudos no município de Areia, PB, e constataram menor densidade de solo menor em mata nativa, em comparação com o solo de áreas de pastagens, implicando em maior capacidade de infiltração de água nas primeiras parcelas.

Os valores verificados para o VTP foram 18,02 e 7,19% para a profundidade de 0-10cm nas voçorocas inicial e senil, respectivamente. O padrão observado pode estar

associado a criação extensiva de Gado que é realizado no local, o que atua contribuindo diretamente na compactação do solo.

Para a voçoroca juvenil, os teores de areia, argila e silte variaram de 347,93 a 581,87 g kg<sup>-1</sup>, 158,07 a 327,47 g kg<sup>-1</sup> e 250,6 a 375,1 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente, (Tabela 2).

Ambiente	Prof. (cm)	Ds	Dp	VTP	Areia	Argila	Silte
		%			----g.kg <sup>-1</sup> ----		
Interno	0-10	1,09	2,50	56,44	548,87	120,13	331,00
	10-20		2,42		581,87	158,07	260,07
Externo	0-10	1,03	2,45	58,03	421,93	327,47	250,60
	10-20		2,46		347,93	276,93	375,13

Tabela 2. Caracterização física do solo avaliados para a voçoroca juvenil.

Em que: Ds: densidade do solo; Dp: densidade das partículas e V.T.P: volume total de poros.

As frações areia e argila apresentaram decréscimo em profundidade para o ambiente externo. No ambiente interno, no entanto, as mesmas mostraram padrão oposto. Para silte, foi observado que no ambiente externo apresentou os maiores valores dessa fração para a camada de 0 - 10 cm, enquanto no ambiente interno foi verificado acúmulo em profundidade. Esse padrão foi decorrente do relevo mais acentuado da voçoroca juvenil, por isso, talvez o ambiente interno tenha acumulado mais areia, que foi depositada pelo ambiente externo.

Para a Dp, foi verificado padrão semelhante ao observado na voçoroca inicial, pouca variação entre ambientes e profundidade.

Quanto a Ds, foram observados baixos valores que podem ser decorrentes da localização da voçoroca, sendo que está se encontra no terço inferior de uma topossequência. A translocação de argila pode ter proporcionado à realocação e reorganização dos agregados do solo, aumentando a densidade do solo e consequentemente a porosidade. RODRIGUES et al. (2018) verificaram resultados semelhantes ao avaliarem a relação entre a posição da topossequência e as propriedades físicas e químicas do solo.

Na tabela 3 é apresentada a caracterização dos atributos químicos do solo para a voçoroca inicial.

Ambiente	Prof. (cm)	pH	Ca	Al	Mg	H+Al	Na	K	P	C	SB	T	V
			cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup>						mg kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup>		%
Interno	0-10	5,57	1,96	0,12	2,79	2,82	0,023	0,025	1,8	13,33	4,80	7,62	63
	10-20	5,58	1,75	0,20	2,66	2,59	0,025	0,010	1,1	11,30	4,44	7,03	63
Externo	0-10	5,08	0,75	0,44	2,83	2,30	0,021	0,015	1,4	5,30	3,62	5,92	61
	10-20	5,10	0,73	0,48	3,13	2,25	0,029	0,014	1,4	3,92	3,90	6,15	63

Tabela 3. Caracterização dos atributos químicos do solo para a voçoroca inicial.



Para a voçoroca inicial não foram verificadas grandes variações de pH em profundidade, como pode ser observado na Tabela 3 abaixo, entretanto, no que tange ao ambiente, constatou-se que o externo apresentou maiores valores quando comparado ao interno, variando de 5,57 a 5,58 e 5,08 a 5,10, sendo considerado, segundo o Manual de Adubação e Calagem do Estado do Rio de Janeiro (FREIRE et al., 2013) como variando de moderadamente a fortemente ácido, respectivamente.

O fato pode ser proveniente da baixa fertilidade do ambiente interno, devido ao escoamento superficial e transporte de nutrientes. FERREIRA et al. (2011) também encontraram valores de pH semelhantes ao avaliarem os atributos químicos de três voçorocas localizadas em Nazareno, município de Minas Gerais.

Quanto aos teores de  $\text{Ca}^{+2}$ , os mesmos variaram entre 0,73 a 0,75 e 1,75 a 1,96  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ , para o ambiente interno e externo, respectivamente. Verificou-se decréscimo dos teores de  $\text{Ca}^{+2}$  em profundidade, em ambos ambientes, tal redução do nutriente quando comparado entre ambientes corrobora o estudo realizado por PINHEIRO et al. (2010). Os autores avaliaram a perda de nutrientes em uma área cultivada com eucalipto sob precipitação erosiva e constataram maiores perdas de cálcio, em comparação aos demais nutrientes.

Para  $\text{Mg}^{+2}$ , observou-se variação do ambiente interno e externo de 2,66 a 2,79 e 2,83 a 3,13  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ , respectivamente. Em profundidade, no ambiente interno verificou-se maiores teores em profundidade, padrão o oposto foi verificado no externo. Quanto aos nutrientes em conjunto, os teores encontrados foram classificados como médio de acordo com o Manual de Adubação e Calagem do Estado do Rio de Janeiro (FREIRE et al., 2013).

Para  $\text{Al}^{+3}$ , foram verificados maiores valores em profundidade, independente do ambiente. Segundo a classificação estabelecida no Manual de Adubação e Calagem do Estado do Rio de Janeiro (FREIRE et al., 2013), o elemento apresentou baixos teores em ambiente externo e alto em ambiente interno.

No entanto, o oposto foi observado para acidez potencial ( $\text{H}+\text{Al}$ ), que apresenta maiores valores nas camadas superficiais, variando de 2,25 a 2,82  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ , o que pode estar associado à presença de da vegetação em superfície, o que corrobora com resultados obtidos por CAMARGO et al. (2010) e CAMPOS et al. (2011).

Quanto aos teores de K trocável, os mesmos apresentaram baixos teores para o solo estudado segundo a classificação do Manual de Adubação e Calagem do Estado do Rio de Janeiro (FREIRE et al., 2013). O nutriente apresentou padrão decrescente em profundidade para ambos ambientes, com maiores valores no ambiente externo, variando de 0,010 a 0,025  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$  e 0,014 a 0,015  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ , respectivamente. Tais resultados corroboram os encontrados por GAIA-GOMES (2017), ao analisar os atributos químicos de voçorocas, o autor encontrou valores semelhantes ao do presente estudo.

Para o P disponível, observou-se no ambiente externo maiores valores para na

camada de 0–0,10 m. Não foi verificada grande variação em profundidade no ambiente interno. De acordo com o Manual de Adubação e Calagem do Estado do Rio de Janeiro (FREIRE et al., 2013,) os teores encontrados no solo foram baixos. Para solos intemperizados, a mineralização da serapilheira e decomposição do material orgânico se tornam os precursores do nutriente no solo (VICENT et al., 2010). No entanto, o local de estudo possui pouca cobertura vegetal restante, o que pode ser um indicador dos baixos teores de fósforo disponível no solo.

Quanto os teores de carbono, observou-se variação de 3,92 a 5,30 g kg<sup>-1</sup> em ambiente interno e 11,301 a 13,333 g kg<sup>-1</sup> para o externo, classificados como baixo e médio, de acordo com o Manual de Adubação e Calagem do Estado do Rio de Janeiro (FREIRE et al., 2013). No que tange as profundidades avaliadas, verificou-se que o nutriente apresentou maiores valores para as camadas superficiais (0–0,10 m) para ambos ambientes.

A diferença dos teores em ambiente pode estar relacionada com a capacidade que o solo possui de armazenar carbono nas frações mais finas, visto que a fração possibilita maior agregação e menor lixiviação do nutriente. (BODDEY, 2004; CASTRO, 2008). SOUSA et al. (2012), ao avaliarem a perda de solo, matéria orgânica e nutrientes de uma vertente sob diferentes parcelas de cobertura vegetal, verificaram perdas significativas dos atributos analisados à medida que o solo se encontrava exposto. GARBIATE et al. (2011), constataram perdas de Ca, Mg, K e P ao avaliarem a concentração de nutrientes em sedimentos promovidos pela erosão em sulcos no município de Naviraí – MS.

Considerando que o ambiente interno possui menor teor de argila, tal fato corrobora com os baixos teores de COT encontrados nesse ambiente. Deve-se salientar ainda, que a redução de cobertura vegetal do ambiente interno contribui para a redução dos teores de COT (HICKMANN et al., 2012; LOSS et al., 2015).

Tal padrão pode ser explicado pela possível remoção que ocorre inicialmente no ambiente interno, transportando os nutrientes para as camadas mais baixas e conseqüentemente acarretando na redução do pH do solo para este ambiente.

Para a voçoroca juvenil, os valores de pH no ambiente externo, verificou-se redução em profundidade, variando de 4,84 a 5,07, como pode ser observado na Tabela 4. Padrão oposto ocorreu no ambiente interno, sendo observadas variações de 5,06 a 5,14, para as camadas de 0-0,10 e 0,10 – 0,20, respectivamente. Sendo considerado pelo Manual de Adubação e Calagem do Estado do Rio de Janeiro (FREIRE et al., 2013) como fortemente ácido para ambos ambientes e profundidades.

Ambiente	Prof. (cm)	pH	Ca	Al	Mg	H+Al	Na	K	C	SB	T	V
					cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup>				g kg <sup>-1</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup>		%
Interno	0 – 10	5,07	0,73	0,51	2,83	2,34	0,014	0,028	7,82	3,61	5,95	61
	10 – 20	4,84	0,51	0,64	2,52	2,45	0,016	0,017	7,06	3,06	5,52	55
Externo	0 – 10	5,06	0,99	0,47	3,69	3,04	0,014	0,038	11,27	4,73	7,77	61
	10 – 20	5,14	0,73	0,86	2,95	2,50	0,015	0,021	8,25	3,72	6,21	59

Tabela 4. Caracterização química do solo avaliados para a voçoroca juvenil.

Para os teores de Ca<sup>+2</sup> e Mg<sup>+2</sup>, ambos apresentaram decréscimo em profundidade nos dois ambientes, variando de 0,51 a 0,99 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> e 2,52 a 3,69 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Ambos nutrientes apresentaram maiores valores no ambiente interno. Os valores de Ca<sup>+2</sup> e Mg<sup>+2</sup>, foram classificados quanto aos teores como médio, segundo o Manual de Adubação e Calagem do Estado do Rio de Janeiro (FREIRE et al., 2013).

Os teores de de Al<sup>+3</sup>, segundo o Manual de Adubação e Calagem do Estado do Rio de Janeiro (FREIRE et al., 2013), foram considerados altos. O elemento apresentou maiores valores em profundidade, para dos dois ambientes estudados, com maiores teores em ambiente interno.

Quanto a acidez potencial (H+Al), observaram-se maiores valores na profundidade de 0,10-0,20 m no ambiente externo. Para o ambiente interno, no entanto, os maiores valores de H+Al foram encontrados na camada superficial (0 – 0,10 m).

Para o K trocável verificou-se um padrão similar a voçoroca inicial, a qual apresentou maiores teores na camada de 0–0,10 m, para ambos ambientes. No que tange a classificação estabelecida no Manual de Adubação e Calagem do Estado do Rio de Janeiro (FREIRE et al., 2013), a mesma se manteve como baixa.

Para o carbono orgânico total, verificaram-se valores mais elevados na camada superficial (0–0,10 m), nos ambientes externos. Os teores de P verificados foram 0.

Para as propriedades químicas da voçoroca inicial, verificou-se que os componentes principais apresentaram variância acumulada de 84,2 % para os eixos 1 e 2, no qual o eixo 1 explicou 65,8% e o 2 18,4%, como está representado na figura 1 a seguir.

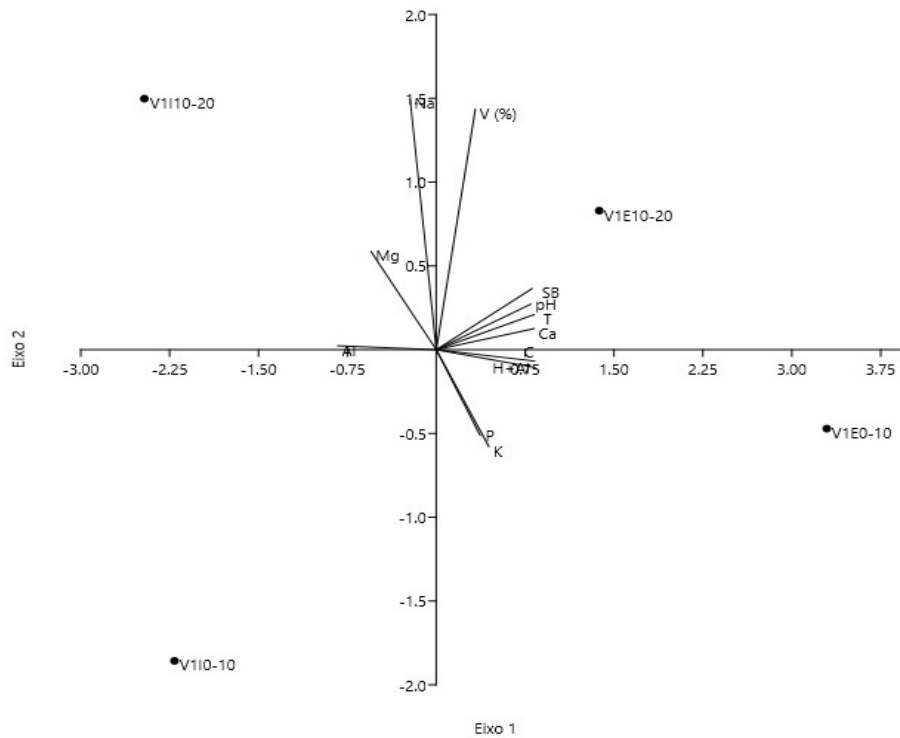


Figura 1. ACP para as variáveis químicas da voçoroca inicial.

Em que V1I 0 -10: Voçoroca inicial em ambiente interno, na profundidade de 0 – 0,10 m; V1 10 – 20: Voçoroca inicial em ambiente interno, na profundidade de 0,10 – 0,20 m; V1E 0 – 10: Voçoroca inicial em ambiente externo, na profundidade de 0 – 0,10 m; V1E 10 -20: Voçoroca inicial em ambiente externo, na profundidade de 0,10 – 0,20 m; pH: pH em água; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; K: Potássio; P: Fósforo; Na: Sódio; Al: Alumínio; H+Al: Hidrogênio + Alumínio; SB: Mg+Ca+Na+K; T:Capacidade de troca catiônica; V%: Saturação por bases.

O eixo 1 dividiu as áreas de acordo com as profundidades, independente do ambiente, ou seja, uma área contém ambos ambientes com a profundidade de 0 – 0,10 m e a outra área se referiu à profundidade de 0,10 - 0,20 m (Figura 1). No que tange a distribuição dos atributos analisados para cada ambiente, o externo apresentou os seguintes autovetores: V, SB, T, Ca, Na, Mg, Al, C, H+Al, P e K (Figura 1). Quanto a correlação das variáveis com o eixo 1, eixo em que o ambiente interno esteve mais associado, verificaram-se os maiores valores para : Ca ( $r= 0,99$ ), Al ( $r= -0,99$ ), H+Al ( $r= -0,99$ ), C ( $r= 0,99$ ), SB ( $r= 0,97$ ) e T ( $r= 0,99$ ) (Tabela 5).

O eixo 2 separou as voçorocas em ambientes, no qual Na, Mg e V% atingiram autovetores positivos, enquanto que P e K negativos (Figura 1). Diferentemente do eixo 1, as correlações observadas foram mais baixas, com exceção apenas das variáveis Na ( $r=0,94$ ) e V ( $0,91$ ) (Tabela 5).

Eixo	pH	Ca	Mg	Al	H+Al	Na
1	0,95	0,99	-0,66	-0,99	0,99	-0,26
2	0,17	0,079	0,37	0,015	0,067	0,94
Eixo	K	P	C	SB	T	V(%)
1	0,53	0,44	0,99	0,97	0,99	0,39
2	-0,36	-0,32	0,043	0,23	0,13	0,91

Tabela 5. Valores das correlações das propriedades químicas analisadas na voçoroca inicial em função de seus respectivos eixos.

Diante dos resultados obtidos, percebe-se que os atributos analisados foram quantitativamente maiores para o ambiente externo, indicando que o mesmo possui fertilidade superior quando comparado ao interno. Tal fato pode ser proveniente da concentração maior de água que escorre no ambiente interno, provocando remoção das camadas subsuperficiais do solo e nutrientes, deste modo, tornando o ambiente menos fértil. Resultados semelhantes foram obtidos por GAIA-GOMES (2017) ao avaliar os atributos químicos e físicos de voçorocas côncavas e convexas em ambiente interno e externo.

GOMIDE et al. (2011) por meio da ACP avaliou a fertilidade de diferentes ambientes de voçorocas. Os autores constataram que a ausência de cobertura vegetal dos ambientes propiciou queda de fertilidade e acréscimo dos teores de alumínio e de acidez potencial, o que corrobora com o encontrado para a voçoroca inicial, sendo o ambiente interno mais degradado e ausente de cobertura vegetal.

Para a voçoroca juvenil, constatou-se que os componentes principais apresentaram variância de 91,2%, quando separados, o eixo 1 representou 77,7% da variância, enquanto o 2, 13,5%.

Quanto à separação das áreas, não foi observado padrão de profundidades nem de ambientes. O eixo 2 foi responsável por separar o ambiente externo em ambas profundidades e o interno na profundidade de 0,10–0,20 m, deixando-os no segundo e terceiro quadrante, sobrando deste modo, apenas o ambiente interno na profundidade de 0–0,10 m para o primeiro e quarto quadrante, como pode ser observado na Figura 2. Ainda, de acordo com a Figura 2, é possível visualizar que o ambiente interno, na profundidade de 0–0,10 m, apresentou os autovetores correspondentes ao V%, T, SB, Ca, H+Al, Mg e pH, enquanto para as outras áreas, os autovetores foram Na e Al.

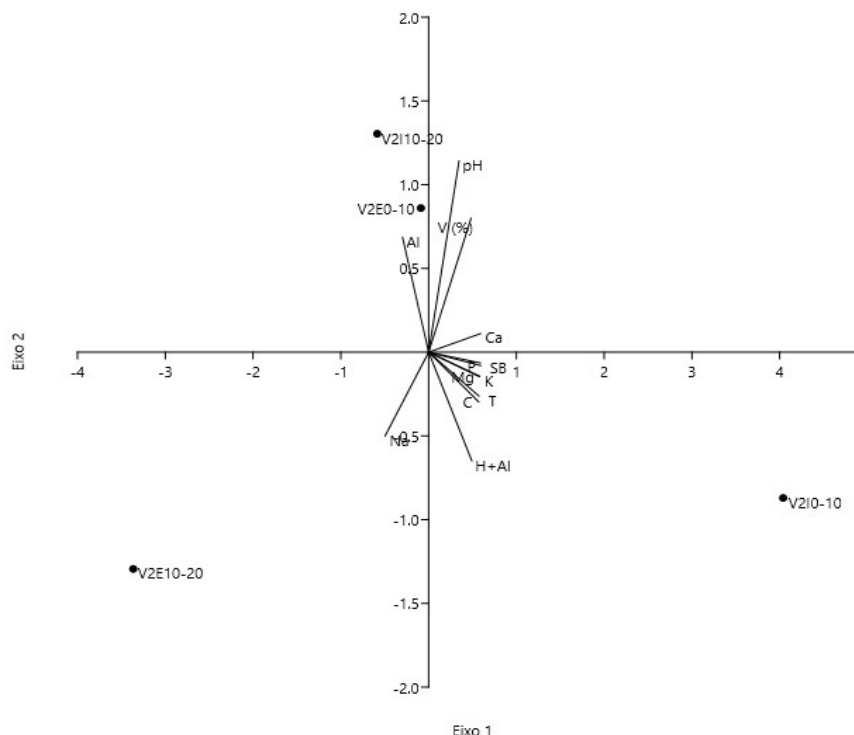


Figura 2. ACP para as variáveis químicas da voçoroca juvenil.

Em que V2I 0 -10: Voçoroca juvenil em ambiente interno, na profundidade de 0 – 0,10 m; V2I 10 – 20: Voçoroca juvenil em ambiente interno, na profundidade de 0,10 – 0,20 m; V2E 0 – 10: Voçoroca juvenil em ambiente externo, na profundidade de 0 – 0,10 m; V2E 10 -20: Voçoroca juvenil em ambiente externo, na profundidade de 0,10 – 0,20 m; pH: pH em água; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; K: Potássio; P: Fósforo; Na: Sódio; Al: Alumínio; H+Al: Hidrogênio + Alumínio; SB: Mg+Ca+Na+K; T: Capacidade de troca catiônica; V%: Saturação por bases.

Quanto as correlações para cada eixo, observa-se que o eixo 2 apresentou maiores correlações para o pH ( $r = 0,80$ ), e V% ( $r = 0,56$ ). Em contrapartida, o eixo 1 apresentou altas correlações com as variáveis Ca ( $r = 0,99$ ), Mg ( $r = 0,98$ ), H+Al ( $r = 0,83$ ), Na ( $r = 0,83$ ), k ( $r = 0,97$ ), P ( $r = 0,99$ ), C ( $r = 0,96$ ), SB ( $r = 0,99$ ), T ( $r = 0,96$ ) e V% ( $r = 0,81$ ), como esta evidenciado na Tabela 6.

Eixo	pH	Ca	Mg	Al	H+Al	Na
1	0,58	0,99	0,98	0,5	0,83	-0,83
2	0,8	0,078	-0,1	0,48	-0,45	-0,35
Eixo	K	P	C	SB	T	V
1	0,97	0,99	0,96	0,99	0,96	0,81
2	-0,1	-0,056	-0,21	-0,045	-0,18	0,56

Tabela 6. Valores das correlações das propriedades químicas analisadas na voçoroca juvenil em função de seus respectivos eixos.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As voçorocas apresentaram morfologia irregular, com menores valores para a fertilidade do solo associados ao ambiente interno da voçoroca inicial, o que foi possível



verificar a partir da avaliação dos atributos edáficos, o que permitiu um prognóstico das áreas analisadas, no entanto, para propor soluções mais precisas, recomenda-se maiores estudos, principalmente para a voçoroca juvenil, a fim de entender a dinâmica dos processos que ocorrem na mesma.

## REFERÊNCIAS

- AGASSI, M. **Soil Erosion, Conservation, and Rehabilitation**. Soil Conservation and Drainage division. Ministry of Agriculture. Hemek-Hefer, Israel. 1ª Edição 1995. 125-136 p.
- BAHIA, V.G.; CURI, N.; CARMO, D.N. Fundamentos da erosão do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.16, n.176, p.25-31, 1992.
- BODDEY, R.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.S. **Sequestro de carbono em solos sob sistemas agropecuários produtivos**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 4 p. Boletim técnico, 2004.
- BROOKES, P.C. The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals. **Biology and Fertility of soils**, 19(4), 269-279, 1995.
- CAMAPUM, C.J.; LIMA, M.C.; MORTARI, D. Considerações sobre prevenção e controle de voçorocas. **7º Simpósio Nacional de Controle de Erosão**, 2001.
- CAMARGO, M.F.; GARCIA, R.C.; KEICHI, U.R.; PEREIRA, P.M.A.; CARDOSO, S.T.R. Fertilidade do solo da área ciliar da sub-bacia hidrográfica Mariana, para fins de conservação ambiental. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**,5(1), 2010.
- CAMPOS, L.P., LEITE, L.F.C., MACIEL, G.A., FREITAS I.B.; NÓBREGA, J.C.A. Atributos químicos de um Latossolo Amarelo sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 46(12), 1681-1689, 2011.
- CAMPOS, M.C.; ROSAS, R.M.; de SOUZA J.V.S.; ROSAS, R.F.M.; ALMEIDA, M.D.C. Relações solo-superfície geomórfica em uma topossequência várzea-terra firme na região de Humaitá (AM). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 36 (2), 2012.
- CAMPOS M.C.C.; SOARES, M.D.R.; NASCIMENTO, M.F.; SILVA, D.M.P. Estoque de carbono no solo e agregados em Cambissolo sob diferentes manejos no sul do Amazonas. **Revista Ambiente & Água**, 11(2), 339, 2016.
- CARDOSO, D.P.; SILVA, M.L.; CARVALHO, G.J.; FREITAS, D. A. F.; AVANZI, J. C. Plantas de cobertura no controle das perdas de solo, água e nutrientes por erosão hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 16(6), 632-638, 2012.
- CARMO, M.C.; CUNICO, J. M.; SANTOS.M.R.G.; SILVA, P.K.M.; SIQUEIRA, M.G. Densidade e porosidade do solo em pastagem recuperada e degradada, na Amazônia ocidental. **Agrarian Academy**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.5, n.9; p. 2018.
- CARVALHO, D.F.; SILVA, L.D.B.; FOLEGATTI, M.V.; COSTA, J.R.; CRUZ, F.A. da. Avaliação da evapotranspiração de referência na região de SeropédicaRJ, utilizando lisímetro de pesagem. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.14, p.108116, 2006.
- CARVALHO, N. D. O., FILIZOLA J. N. P., SANTOS, P. D., & LIMA, J. E. F. W. **Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios**. Agência Nacional de Energia Elétrica. Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas. 2000

CASTRO, S.S.; BARBALHO, M.G.S.; MARINHO, G.V.; CAMPOS, A.B.; SALOMÃO, F.X.T.; VECHIATTO, A. **Condicionantes hidrológicos, geomorfológicos, pedológicos e de uso e manejo dos solos na circulação hídrica e processos de voçorocamento na alta bacia do rio Araguaia (GO/MT)**. In: COUTO, E. G.; BUENO, J. F. (Ed.). Os (Des) caminhos do uso da água na agricultura brasileira. Cuiabá: Ed. UFMT/SBCS, 2004. p.408-448.

CORRÊA, D.A. **Estudo da erodibilidade de uma unidade geotécnica no campo de instrução de Santa Maria como base para o seu planejamento ambiental**. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Maria, UFMS. 2015.

COUTINHO, F.S. et al. Estabilidade de agregados e distribuição do carbono em Latossolo sob sistema plantio direto em Uberaba, Minas Gerais. **Comunicata Scientiae**, v. 1, n. 2, p. 100, 2010.

CUNHA, B. G.; JUNIOR, E. B. M.; PEDROTTI, A. Soil erodibility around the dam reservoir Jaime Umbelino de Souza, São Cristovão, Sergipe. **Brazilian Journal of Development**, 5 (7), 10196-10205, 2019.

DECHEN, F.S.C.; TELLES, S.T.; GUIMARÃES, F.M.; MARIA, C.I. Perdas e custos associados à erosão hídrica em função de taxas de cobertura do solo. **Bragantia**, 74 (2), 2015.

DOBEK, K.; DEMCZUK, P.; RODZIK, J.; HOLUB, B. Types of gullies and conditions of their development in silvicultural loess catchment (Szczepieszyn Roztocze region, SE Poland). **Landform Analysis**, v.17, 39–42, 2011.

DRUMOND, F. N. **Caracterização e quantificação dos processos erosivos de uma voçoroca na bacia do Riacho Manoel Félix no Complexo Metamórfico do Baçõ, Quadrilátero Ferrífero-MG**. Dissertação (Mestrado), UFOP, 2006.

FERNANDES, A.J. **Estudo da erodibilidade de solos e rochas de uma voçoroca em São Valentim, RS**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria, UFMS. Dissertação (Mestrado), 2011.

FERREIRA, V.M.; SILVA, M.L.N.; NILTON, C.U.R.I.; OLIVEIRA, A.H.; SILVA, M.A.; AVANZI, J.C. Influência antrópica e atributos de solo: inter-relações em ambientes de voçorocas na mesoregião Campos das Vertentes, MG. **Geografia**, 36 (1), 209-219, 2011.

FOSTER, G.R. Modeling the erosion process. In: HANN, C.T.; JOHNSON, H.P. & BRAKENSIEK, D.L., eds. Hydrologic modeling of small watersheds. **St. Joseph, American Society of Agricultural Engineering**, 1982. p.297-380.

GARBIATE, M.V.; TADEU V.A.C.; ANDRADE, T.B.; BERGAMIN, A.C.; PANACHUKI, E. Erosão em entre sulcos em área cultivada com cana crua e queimada sob colheita manual e mecanizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 35(6), 2011.

GOMIDE, P.H.; SILVA, M.L.; FONSÊCA, S.C.R. Atributos físicos, químicos e biológicos do solo em ambientes de voçorocas no município de Lavras-MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 35(2), 2011.

GUERRA, A.T.; GUERRA, A.J.T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. Bertrand Brasil. IBGE. 8ª Edição. 153 p, 2012.

HERNANI, L.C.; PRUSKI, F.; DE-MARIA, I.C.; CASTRO FILHO C.; FREITAS, P.L. de; LANDERS, J.A.; MANZATTO, C.V.; FREITAS JUNIOR, E. de; PERES, J. R. (Ed.). **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. p. 47-60.

HICKMANN, C., COSTA, L.M. da, SCHAEFER, C.E.G.R., FERNANDES, R.B.A.; ANDRADE, C.D.L.T. Atributos físico-hídricos e carbono orgânico de um argissolo após 23 anos de diferentes manejos. **Revista Caatinga**, 25(1), 128-136, 2012.

HONGYU, K., SANDANIELO, V.L.M.; OLIVEIRA J.G.J. Análise de Componentes Principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. **E&S Engineering and Science**, 5(1), 83-90, 2015.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico** – Seropédica - RJ. 2010.

LAL, R. **Soil Erosion Research Methods**. CRC Press. **Soil and Water Conservation Society**. Department of Agronomy. Ohio State University. 2ª Edição. 1994. 1-10p.

LEITE et al. Variabilidade espacial das frações da matéria orgânica do solo em área degradada sob recuperação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.4, p.394–401, 2015.

LIMA, M.E.D.; CARVALHO, D.F.D.; SOUZA, A.P.D.; ROCHA, H.S.; GUERRA, J.G. Desempenho do cultivo da berinjela em plantio direto submetida a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 16(6), 604-610, 2012.

LIMA, I.M.A., ARAÚJO, M.C. de; BARBOSA, R.S. Avaliação das propriedades físicas do solo em sistemas silvipastoris, região centro-norte, estado do Piauí. **Agropecuária Científica no Semiárido**, 9(1), 117-124, 2013.

LOSS, A.; COSTA, E. M.; PEREIRA, M.G.; BEUTLER, S.J. Agregação, matéria orgânica leve e carbono mineralizável em agregados do solo. **Revista de la Facultad de Agronomía**, La Plata, 113(1), 1-8, 2014.

LOSS, A.; BASSO, A.; OLIVEIRA, B.S.; KOUCHER, L.P. de; OLIVEIRA, R.A. de; KURTZ, C.; COMIN, J.J. Carbono orgânico total e agregação do solo em sistema de plantio direto agroecológico e convencional de cebola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 39(4), 2015.

MACÊDO, Í.L. **Estudo de modelos em ambiente de geoprocessamento para a previsão de erosão e assoreamento de reservatórios: o caso da bacia do rio Indaiá-UHE Três Marias, MG**. Tese (doutorado), Universidade Federal de Brasília, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. 2009.

MAHMOODABADI, M.; SAJJADI, S.A. Effects of rain intensity, slope gradient and particle size distribution on the relative contributions of splash and wash loads to rain-induced erosion. **Geomorphology**, 253, 159-167.

MARQUES, V.D.S. **Erosão hídrica em microbacia utilizando geotecnologias**. Tese (doutorado), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Agronomia. Seropédica, 2013.

NISHIYAMA, L. **Erosão do solo: uma visão integrada dos fatores e processos que condicionam o seu desenvolvimento**. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos-USP, 1, 1995.

NOVARA, A.; RÜHI, J.; MANTIA, T.; GRISTINA, L.; LA BELLA, S.; TUTTOLOMONDO, T. Litter contribution to soil organic carbon in the processes of agriculture abandon. **Solid Earth**, 6 (2), 425–432, 2015.

PICHLER E. Boçorocas. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, v.2 n.1, 3-16, 1953.

PINHEIRO, D.T.C.; COSTA, C.C. da; MOTTA, L.L.; GODINHO, F.C.; SILVA, J.V. da; Monitoramento da fertilidade do solo submetido à erosão hídrica em área cultivada com *Eucalyptus* sp. em São João Evangelista, MG. **Revista Agrogeoambiental**, 2(1), 2010.

PRANDINI F.L. 1974. **Ocurrence of boçorocas in southern Brazil – Geological Conditioning of Environmental Degradation**. IN: Anais do II Int. Congress IAEG, v. 1, pp. III-37. 1-14.

QUEIROZ, F.L.L. **Aspectos da Dinâmica hidrossedimentológica e do uso e ocupação do solo na bacia do córrego Arapu**. Dissertação (mestrado), Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Mato Grosso do Sul, 2011.

REZENDE, W.S.; GOBBI, C.N.; SILVA, C.E.; de ALMEIDA, J.R. Recuperação de voçorocas na zona rural do município de Mineiros (GO): financeiramente viável e ambientalmente sustentável. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, 2(2), 64-8, 2011.

RIBEIRO, J.C.; TOCANTINS, N.; FIGUEIREDO, M. Diagnóstico dos processos erosivos na sub-bacia do córrego guanabara, município de reserva do Cabaçal, Pantanal, MT. **Revista Geopantanal**, 8(14), 2013.152-169p.

RIBEIRO, E.C.; CARVALHO, D.F.D.; SANTOS, L.A.D.F.; GUERRA, J.G.M. Onion yield under agroecological farming system using distinct irrigation depths and soil covers. **Ciência Rural**, 46(5), 783-789, 2016.

RIBEIRO, J.S.; GOMES, P.H.; RODRIGUES V.D.; SIEGLE, E. Evolução da vulnerabilidade à erosão costeira na Praia de Massaguaçu (SP), Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management**, 13(3), 2013.

ROBERTS, N.; ALCOCK, S.L.; BARNETT, H.; MATHER, A.; ESATWOOD, J.W.; JONES, M.; PRIMMER, N.; YİĞİTBAŞIOĞLU, H.; VANNIÈRE, B. Cause-and-effect in Mediterranean erosion: The role of humans and climate upon Holocene sediment flux into a central Anatolian lake catchment. **Geomorphology**, 331, 36-48, 2019.

RODRIGUES, G.E.F.; ARAÚJO, S.P.; FAUSTINO, L.L.; MOREIRA, R.V. de S.; PAULUCIO, V. de O.; GAMA-RODRIGUES, A.C. Atributos físicos, químicos e microbiológicos dos solos sob diferentes usos em topossequências no Noroeste Fluminense. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences/Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, 13(3), 2018.

ROSA, J.D.; COOPER, M.; DARBOUX, F.; MEDEIROS, J.C. Processo de formação de crostas superficiais em razão de sistemas de preparo do solo e chuva simulada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 37, 00-410, 2013.

ROSA, A.G.; SANTOS, J.T.S.; COSTA, J.A.; FONSECA, D.D.F.; SOUSA, A.M.L. Comportamento da precipitação como fator ativo de processos erosivos no município de Rondon do Pará, PA (Brasil). **Scientia Plena**, 13(2), 2017.

SAMPAIO, L.D. F. **Estudo geológico-geotécnico dos processos erosivos e proposta de macrodrenagem: Voçoroca do Córrego do Cravo (Nazareno-MG)**, Universidade de São Paulo, 2014.

SANCHEZ, R. B. et al. Variabilidade espacial de atributos do solo e de fatores de erosão em diferentes pedoformas. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 4, p. 1095-1103, 2009.

SANTOS, A.C.; SALCEDO, I.H.; CANDEIAS, A.L.B. Relação entre o relevo e as classes texturais do solo na microbacia hidrográfica de Vaca Brava, PB. **Revista Brasileira de Cartografia**, (54), 2002.

SANTOS, J.T.D.; ANDRADE, A.P. de; SILVA, I.D.F. da; SILVA, D.S. da, SANTOS, E.M.; SILVA, A.P.G. da. (2013). Atributos físicos e químicos do solo de áreas sob pastejo na Micro Região do Brejo Paraibano. **Ciência Rural**, 40(12).

SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; LUMBRETERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A. de; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2013a. 353p.

SANTOS, R.D. dos; LEMOS, R.C. de; SANTOS, H.G. dos; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C. dos; SHIMIZU, S.H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 6.ed. rev. e ampl. Viçosa: SBCS, 2013b. 100p.

SANTOS, J.C.B.; SOUZA, V.S.J.; CORRÊA, M.M.; RIBEIRO, M.R.; ALMEIDA, M.C.; BORGES, L.E.P. Caracterização de Neossolos Regolíticos da região semiárida do estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 36: 683-695, 2012.

SILVA, S.S.; SBRISSIA, A.F. Análise de componentes principais entre características morfológicas e estruturais em capim-marandu sob lotação contínua. **Ciência Rural**, 40(3), 2010

SOUBHIA, P.; BIANCHINI, U. **Erosão e assoreamento em áreas urbanas**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. p. 01, 2010

SOUSA, M.E.; FILHO, N.E.; PEREIRA, L.A.; LYRA, L.H. Monitoramento e caracterização do assoreamento no rio São Francisco nas orlas urbanas de Petrolina-PE e Juazeiro-BA. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, 15(1), 6. 2013.

SOUSA, G.B.; FILHO, M.V.M.; MATIAS, S.S. Perdas de solo, matéria orgânica e nutrientes por erosão hídrica em uma vertente coberta com diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar em Guariba-SP. **Engenharia Agrícola**, 490-500, 2012.

TAPIA-VARGAS, M.; TISCAREÑO-LÓPEZ, M.; STONE, J.J.; OROPEZA-MOTA, J.L.; VELAÂZQUEZ-VALLE, M. Tillage system effects on runoff and sediment yield in hillslope agriculture. *Field Crops Res.*, 69:173-182, 2001.

TARTARI, D.T.; NUNES, M.C.M.; SANTOS, F.A.S.; JUNIOR, C.A.F.; SERAFIM, M.E. Perda de solo e água por erosão hídrica em Argissolo sob diferentes densidades de cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Agroecologia**, 7(3), 2012.

TEIXEIRA, P.C.; DONAGEMMA, G.K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Org.). **Manual de métodos de análise do solo**. 3.ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. 264p.

VIEIRA, A. F. G. **Desenvolvimento e distribuição de voçorocas em Manaus (AM): principais fatores controladores e impactos urbano-ambientais**. Tese (Doutorado), UFSC, 2008.

VINCENT, A.G.; TURNER, B.L.; TANNER, E.V. Soil organic phosphorus dynamics following perturbation of litter cycling in a tropical moist forest. **European Journal of Soil Science**, 61(1), 48-57, 2010.

XU, Z.; PAN, B.; HAN, M.; ZHU, J.; TIAN, L. Spatial-temporal distribution of rainfall erosivity, erosivity density and correlation with El Niño-Southern Oscillation in the Huaihe River Basin, China. **Ecological Informatics**, 52, 14-25, 2019.

YAN, X.; CAI, Y.L. Multi-scale anthropogenic driving forces of Karst Rocky desertification in Southwest China. **Land Degrad**, 26, 193-200, 2015.

ZACHAR, D. Soil Erosion. *Developments in Soil Science* 10. **Elsevier Scientific Publishing Company**, Bratislava, Czechoslovakia, 1982.

ZUQUETTE, L.V.; CARVALHO, J.A.R.; BARROS Y.G.R. Feições erosivas na bacia do córrego do Espriado, São Pedro (SP), seus tipos e evolução entre 1972-2002. **Revista Brasileira de Geociências**, 37(2), 414-425, 2007.

## AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE PESTICIDA DE EXTRATO ETANÓLICO DAS FOLHAS DO TIPI (*Petiveria alliacea*)

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 06/04/2020

### Ana Lúcia Eufrazio Romão

Universidade Estadual do Ceará  
Fortaleza-Ce

<http://lattes.cnpq.br/5262784392862851>

### Aristides Pavani Filho

Ministério da Ciência, Tecnologia, Informação e  
Comunicação  
Brasília-DF

<http://lattes.cnpq.br/1570337112488817>

### Elini Alves Oliveira de Sousa

Universidade Estadual do Ceará  
Fortaleza-Ce

<http://lattes.cnpq.br/3428772305277830>

### Selene Maia de Moraes

Universidade Estadual do Ceará  
Fortaleza-Ce

<http://lattes.cnpq.br/9980263926363134>

### Carlucio Roberto Alves

Universidade Estadual do Ceará  
Fortaleza-Ce

<http://lattes.cnpq.br/0937331784886630>

**RESUMO:** Estudos têm reportado o potencial bioativo da *Petiveria alliacea*, espécime vegetal com compostos bioativos passíveis de serem

utilizados no controle de pragas e verminoses, bem como agente bactericida e fungicida. Este arbusto, conhecido popularmente como tipi, é encontrado principalmente na América do Sul e Central, algumas áreas da África e do sudeste dos Estados Unidos, bem como no Caribe. Dentre os agentes vetores com potencial de provocar causar doenças encontra-se o *Aedes aegypti*, mosquito com maior dispersão em áreas urbanas abaixo da linha do Equador. Na agricultura o *Lasiodiplodia theobromae*, um fungo oportunista, cosmopolita e polífago, que sobrevive na atmosfera ambiente e nos tecidos (vivos ou mortos) de vegetais encontra-se disseminado em todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o limiar tóxico do extrato bruto etanólico das folhas do tipi frente à *Artemia salina* com a finalidade de determinar a dose máxima de extrato a ser utilizada com segurança no controle de patógenos, bem como, determinar os metabólitos secundários do composto etanólico por meio de testes fitoquímicos e avaliar o potencial antioxidante do extrato através do teste DPPH (difenil-picril-hidrazina), além de verificar o potencial larvicida frente ao mosquito *Aedes aegypti* e sua atividade fungicida frente ao fungo *L. theobromae*. A atividade larvicida



foi determinada a partir do método Probitos de análise para obtenção da Concentração Letal Média (CL<sub>50</sub>). Para a atividade frente ao *L. theobromae* foi realizada a determinação do percentual de inibição de crescimento micelial (PIC). O ensaio para avaliar a atividade antioxidante revelou que o composto etanólico das folhas da *P. alliacea* apresentou baixa atividade antioxidante. Na avaliação da atividade fungicida os resultados indicaram que o extrato não apresenta atividade frente ao fungo *L. theobromae*. Em relação ao mosquito *A. aegypti*, o extrato apresentou pouca atividade.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Petiveria alliacea*; *Aedes aegypti*; *Lasiodiplodia theobromae*; atividade larvicida; atividade antioxidante.

### EVALUATION OF LEAF TIPI PESTICIDE ACTIVITY (*Petiveria alliacea*)

**ABSTRACT:** Studies have reported the bioactive potential of *Petiveria alliacea*, a plant specimen with bioactive compounds that can be used in the control of pests and worms and as bactericidal and fungicidal agent. Among the agents with potential to cause disease is *Aedes aegypti*, currently the most widely dispersed mosquito in urban areas of the world. In agriculture *Lasiodiplodia theobromae*, an opportunistic, cosmopolite and polyphagous fungus that survives in the atmosphere and in living or dead plant tissues is widespread in all tropical and subtropical regions of the world. Therefore, the objective of the present study is to evaluate the toxic threshold of the ethanolic extract of the leaves of the species *P. alliacea* against *Artemia salina* in order to determine the maximum dose to be safely used as a medicinal plant, as well as to determine the secondary metabolites of the metabolic compound through phytochemical tests and to evaluate the antioxidant potential of the extract through the DPPH (diphenyl-picril-hydrazine) test, and also to verify the larvicidal potential against the *Aedes aegypti* mosquito and its fungicidal activity against the *L. theobromae* fungus. The Larvicidal activity was determined using the Probitos method of analysis to obtain the Mean Lethal Concentration (LC<sub>50</sub>). For the activity against *L. theobromae*, the percentage of mycelial growth inhibition (PIC) was determined. The present test revealed that the ethanol extract of *P. alliacea* leaves presented low antioxidant activity. Tests also revealed that the extract has no activity against *L. theobromae* fungus. In relation to the *A. aegypti* mosquito, the extract showed little activity.

**KEYWORDS:** *P. alliacea*; *Aedes aegypti*; *Lasiodiplodia theobromae* larvicidal activity; antioxidant activity

## INTRODUÇÃO

As pesquisas sobre o manejo e tipos de uso dos recursos vegetais (em particular os relacionados às plantas e seus compostos bioativos), considerando o conhecimento empírico sobre a terapêutica de diferentes males, têm propiciado importantes descobertas científicas.

A *Petiveria alliace* L. pertence à família *Phytolaccaceae*, ao gênero *Petiveria* e à ordem das *Caryophyllales*. Nesta ordem de espécies vegetais, estão incluídas quinze famílias botânicas distintas. Dentre as mais importantes e de maior ocorrência no Brasil destacam-se as *Caryophyllaceae*, *Amaranthaceae*, *Chenopodiaceae*, *Nyctaginaceae*, *Cactaceae*, *Portulacaceae* e *Phytolaccaceae*. Duarte e Lopes (2007) consideram que a família *Phytolaccaceae* é constituída por 17 gêneros e 120 espécies. Por outro lado, Oliveira (2012) destaca que há autores que defendem a existência de 18 gêneros e 125 espécies, incluindo o gênero *Microteaem chenopodiaceae* e outros que afirmam que a família *Phytolaccaceae* é constituída por 4 gêneros e 30 espécies, sendo o *Phytolacca* o maior gênero, contendo 23 espécies.

Dentre as espécies da família *Phytolaccaceae*: a *Gallesia gorazema Vell* ou *Gallesia intergrifolia Spreng* (pau-d'valho) são conhecidas como plantas medicinais utilizadas contra o reumatismo, úlceras e gripe; a *Phytolacca decandra* (caruru-bravo) é usada para tratar a anemia, dispepsia, constipação intestinal, diarreia, reumatismo e a *Phytolacca octandra* (Palehua-Palikea Trail, Zorrillo) é usada no controle de infecções e desordens do sistema respiratório de animais. Dentre as espécies da família encontram-se ainda a *Phytolacca sandwicensis* (popolo ku mai), encontrada no Havaí, e a *Phytolacca dioica* L. é conhecida como cebolão (GOMES, 2016).

O espécime *Petiveria alliace*. pode chegar a atingir até 1 m de altura e é morfológicamente caracterizado por exibir ramos verticais, folhas elípticas lisas e alternadas com consistência membranosa, com estípulas reduzidas e com venação broquidódroma, com flores brancas minúsculas em espigas terminais. A floração e a frutificação ocorrem, principalmente, a partir de dezembro indo até abril. As inflorescências são hermafroditas, racemosas, com inserção terminal ou axilar. O androceu é composto por quatro a oito estames, com filetes filiformes livres, desiguais e mais curtos do que as tépalas. As anteras são sagitais ou cilíndricas. O gineceu é monocarpelado, tomentoso, com quatro ou seis cerdas apicais, subulada, deflexas, e com estigma séssil e penicilado. O fruto é do tipo aquênio com um pericarpo coriáceo, aderido à semente, com um revestimento membranoso (SOARES, 2013).

A *P. alliace* recebeu esse nome em homenagem ao botânico inglês Petiver que estudou e descreveu o espécime. O nome *alliacea* está relacionado ao seu gosto e cheiro, que é semelhante ao alho. Esta espécie é um arbusto perene encontrado principalmente na América do Sul e Central, algumas áreas da África e do sudeste dos Estados Unidos, bem como no Caribe. É conhecida popularmente por amansa-senhor, guiné, erva-guiné, pipi, erva-pipi, pênis-de-coelho, tipi, tipi-verdadeiro, mucuracaé, erva-de-alho, embayayendo e ouoembo. É usada na medicinal popular devidos às suas propriedades antiespasmódicas, laxativas, abortivas, antiinflamatório, anticancerígeno e estimulantes (KIM, KUBEC, MUSAH, 2017; GARCÍA-GONZÁLEZ, 2006; LAVEZO, *et al.*, 2015).

O nome vulgar de amansa-senhor foi dado pelos negros do período escravagista

em decorrência de seus supostos poderes mágicos. Tais poderes lhe eram atribuídos em função das perturbações mentais que provocava aos senhores de escravos. Os negros escravizados eram exímios manipuladores de ervas e tinham conhecimento das atividades tóxicas desta espécie. Logo, para evitar que os senhores estupassem as mulheres negras, a *P. alliacea* era utilizada no preparo de uma “poção mágica” que ao ser misturada à comida dos feitores ou dos senhores de escravos provocava-lhes intoxicação progressiva (CAMARGO, 2007).

Logo, o objetivo do presente trabalho é avaliar o limiar tóxico do extrato etanólico das folhas da espécie *Petiveria alliacea* L. frente à *Artemia salina* com a finalidade de determinar a dose máxima a ser utilizada com segurança como planta medicinal, bem como, determinar os metabólitos secundários presentes no extrato por meio de testes fitoquímicos, além de avaliar o potencial antioxidante do extrato através do teste DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazina), investigar a atividade larvicida frente ao mosquito *Aedes aegypti* e, ainda, determinar sua atividade fungicida frente ao fungo *Lasiodiplodia theobromae*.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Durante o seu metabolismo as espécies vegetais produzem uma série de substâncias químicas, dentre eles, os metabólitos secundários tais como alcaloides, terpenos e flavonoides. Nas plantas essas substâncias desempenham diversas funções, incluindo proteção contra predadores e atratores voláteis. Alguns destes metabólitos são substâncias caracterizadas como princípios ativos porque são capazes de provocar algum tipo de resposta biológica nos organismos vivos. Essa classe de substâncias abrange ampla variedade de espécies químicas que podem ter aplicações em muitas áreas, tais como indústrias de alimentos, cosméticos e de diversos outros tipos de produtos técnicos e medicinais (BOSCOLO, VALLE 2008; OLIVEIRA, 2011).

Em muitas plantas, o potencial para prevenir doenças está associado à atividade antioxidante dos seus constituintes. A presença de radicais livres nos organismos pode estar associada a doenças como: câncer, enfisema, cirrose, arterosclerose e artrites, bem como a aceleração do envelhecimento. Os antioxidantes podem retardar os processos de degradação oxidativos, essas substâncias atuam reduzindo a velocidade da oxidação por meio da inibição de radicais livres ou pela complexação de metais (que são substâncias, mesmo concentrações baixas, retardam ou inibem a oxidação do substrato). A neutralização do excesso desses radicais pode ser realizada por antioxidantes de forma exógena através de plantas medicinais (MORAIS *et al.*, 2006; NASCIMENTO *et al.*, 2011).

## Potencial bioativo das plantas medicinais

As terapias tradicionais no cuidado à saúde prevalecem na preferência da população mundial. De acordo a Organização Mundial de Saúde (OMS) estima-se que 65% da população incorpora o uso de plantas da medicina tradicional aos cuidados médicos. Contudo, as estimativas revelam que do total de aproximadamente 250.000 de espécies de plantas existentes no globo terrestre apenas 10% foram testadas em ensaios biológicos. Ainda assim, estima-se que 40% dos medicamentos atualmente disponíveis foram desenvolvidos a partir de fontes naturais e cerca de 60% dos fármacos aprovados no período entre 1981 e 2002, eram produtos naturais ou foram desenvolvidos a partir destes (SILVA; QUADROS; MARIA NETO, 2015).

Apesar do elevado potencial terapêutico, a intoxicação por plantas medicinais é um sério problema de saúde pública e normalmente ocorre em razão do consumo excessivo ou ingestão em concentrações elevadas de determinadas substâncias de plantas e extratos vegetais, do preparo e do uso inadequados e, principalmente, em virtude do uso de plantas com efeitos tóxicos. É preciso também ter em conta que a mesma espécie vegetal poderá apresentar tanto efeito tóxico quanto terapêutico conforme a utilização, tempo de tratamento e a depender do órgão vegetal utilizado (AMARAL; SILVA, 2007).

## Plantas medicinais e atividades pesticidas

Os mecanismo e processos de controle de pragas através do uso de agentes biológicos e de extrato de plantas tornaram-se relevantes para a comunidade científica. Os recentes estudos demonstram que os métodos de controle naturais representam importantes ferramentas na condução de cultivares agrícolas ambientalmente sustentáveis e na promoção da agricultura orgânica. As recentes pesquisas demonstram que a atividade biológica de extratos brutos e/ou de óleos essenciais de plantas medicinais pode ser utilizada como meios alternativos de controle de agentes fitopatológicos em substituição aos convencionais defensivos agrícolas sintéticos (FERREIRA *et al.*, 2014).

## As pragas e vetores de doenças

Na agricultura o *Lasiodiplodia theobromae*, um fungo oportunista, cosmopolita e polífago, que sobrevive na atmosfera e nos tecidos, vivos ou mortos, de vegetais encontra-se disseminado em todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo (CARDOSO *et al.*, 1998). A espécie possui discreto aprofundamento patogênico, contamina várias linhagens de plantas, provocando danos ao caule, ramos, folhas e até o colapso total da planta (FREIRE *et al.*, 2002). A principal e mais eficiente maneira de reduzir danos provocados por esse fitopatógeno é através de fungicidas químicos como erradicantes, imunizantes e protetores (LIMA *et al.*, 2013). Contudo, apesar dos inegáveis benefícios à agricultura, o uso de pesticidas pode acarretar uma série de impactos negativos ao meio ambiente.

Dentre os agentes com potencial de provocar doenças encontra-se o *Aedes aegypti*, atualmente o mosquito com maior dispersão em áreas urbanas no mundo. Essa espécie é agente vetorial dos quatro sorotipos do vírus da dengue e do vírus amarílico (GARCIA DA SILVA *et al.*, 2004). Estima-se que anualmente entre 50 e 100 milhões de pessoas, sejam infectadas. Recentemente, o mosquito passou a desenvolver resistência frente aos inseticidas tradicionais, tais como o arsênico, o mercúrio, o enxofre, os organoclorados e organofosforados e ao piretróide. Logo, a infecção pela dengue representa um grave problema de saúde pública em nível mundial (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

## METODOLOGIA

As folhas de *Petiveria alliacea* (Tipi) foram coletadas no herbário do Núcleo de Estudos e Práticas Permaculturais do Semiárido, Campus da Universidade Estadual do Ceará, na cidade de Fortaleza, Brasil. O extrato etanólico da planta foi obtido e caracterizado no Laboratório de Química de Produtos Naturais, do Departamento de Química da Universidade Estadual do Ceará.

A caracterização fitoquímica foi realizada por meio de reações de identificação (RI)/ grupo químico, de acordo com o roteiro de prospecção de constituintes químicos de extratos de plantas descrito por Abreu Matos (1997).

A determinação da atividade antioxidante foi realizada conforme metodologia descrita Brand-Williams e colaboradores (1995). O método consiste na verificação da ocorrência de transferência de elétrons. Nos processos em que há atividade antioxidante ou transferência de elétrons, o DPPH, que possui cor púrpura, ao ser reduzido forma o 2,2-difenil-1-picril-hidrazina, de coloração amarela. O potencial antioxidante é determinado a partir da leitura do comprimento de onda referente a absorção, podendo o mesmo ser monitorado pelo decréscimo da absorbância.

A partir dos resultados obtidos determinou-se a porcentagem de atividade antioxidante. Foram preparadas as soluções das amostras nas seguintes concentrações: 10.000, 5.000, 1.000, 500, 100, 50, 10, 5,0 e 1,0  $\mu\text{g mL}^{-1}$ . Um controle negativo foi feito pela adição de etanol e DPPH e o controle positivo foi feito pela adição de solução de um padrão (rutina) e DPPH. Adicionou-se a cada concentração de extrato etanólico uma solução de DPPH 0,06 mM, exceto nos brancos, em que foi adicionado o solvente. Após a adição do DPPH, esperou-se 40 minutos e procedeu-se a leitura no espectrofotômetro uv-visível Modelo Genesys 10S – Thermo Scientific.

Na realização do bioensaio com *Artemia salina* utilizou-se a metodologia de Meyer e colaboradores (1982), adaptada. A eclosão dos ovos de *Artemia salina* foi realizada em solução salina, sob iluminação constante e no decorrer de 48 horas. Após esse período, os nauplios eclodidos foram separados e transferidos para tubos de ensaio contendo 1,0

mL de solução salina e o extrato a ser testado nas concentrações de 1000, 500, 250 e 125 ppm. Numa das triplicatas foi adicionada somente solução salina para uso como teste testemunho. Em cada tubo de ensaio foram adicionadas 10 larvas do micro crustáceo. Os testes foram feitos em triplicata. A contagem dos animais mortos e vivos foi realizada após 24 h de exposição às soluções em teste. Utilizou-se o método Probitos de análise para obtenção da Concentração Letal Média (CL<sub>50</sub>). Os extratos foram considerados ativos quando CL<sub>50</sub> < 1000 ppm.

Para avaliação da atividade larvicida foram utilizados ovos de cedidos pelo Núcleo de Controle de Vetores da Secretaria de Saúde do Estado do Ceará. Os ovos de *Aedes aegypti* foram colocados para eclodirem três dias antes do ensaio. No bioensaio foram utilizadas larvas de 3º estágio de *A. aegypti* e extrato etanólico da *P. alliacea* nas concentrações de 50, 100, 250 e 500 ppm. Os ensaios foram realizados em triplicata utilizando-se 50 larvas do mosquito imersas em 20 mL das soluções teste nas concentrações citadas. A contabilização da mortalidade larval foi realizada 24 horas após a montagem do experimento. A atividade larvicida foi determinada a partir do método Probitos de análise para obtenção da Concentração Letal Média (CL<sub>50</sub>).

A determinação do percentual de inibição do crescimento micelial (PIC) do *Lasiodiplódia theobromae* foi realizada conforme metodologia descrita por Menten (1976). O extrato foi adicionado ao meio Agar Potato Dextrose fundente e vertido em placa de Petri. Foram avaliadas as concentrações que variando de 0,20 a 1,40 µg mL<sup>-1</sup>. Os experimentos foram realizados em triplicata para cada concentração de constituintes/ fungo. No centro de cada placa teste foi depositado um disco de micélio medindo 7 mm de diâmetro. Os discos inoculados nas placas testes foram retirados das bordas da colônia de fungos cultivados em etapa anterior. Em seguida os organismos foram incubados por até 72 horas à temperatura constante de 25 °C. Para efeito comparativo da atividade fungicida dos extratos utilizou-se como testemunha uma placa de Petri inoculada com o fungo sem a adição dos produtos teste. Determinou-se o diâmetro médio das colônias (em milímetros) nos intervalos de 24, 48 e 72 horas de incubação.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O teste realizado com o extrato etanólico da *Petiveria alliacea* para a atividade antioxidante para DPPH revelou um baixo retardamento de reações de degradação oxidativa visando inibição de radicais livres. O resultado encontrado demonstrou que a concentração do extrato necessária para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH (EC<sub>50</sub>) está em torno de 2,30 mg mL<sup>-1</sup>. Valor bastante superior ao obtido para o regente padrão rotina que é de 0,01 mg mL<sup>-1</sup>. Segundo estudos anteriores (Zavala-Ocampo et al, 2017), o principal constituinte do extrato das folhas é um triterpeno que em geral não apresenta atividade antioxidante. É importante salientar que não há registro



na literatura referentes a teste de atividade antioxidante realizados com extrato etanólico das folhas do Tipi.

Os testes fitoquímicos (Figura 2) apresentaram resultados para os constituintes químicos que corroboram com os dados da literatura. Segundo Oliveira, Ramos e Almeida (2013), o extrato etanólico das folhas pré-secas de *Petiveria alliacea* contém alcaloides, esteroides, triterpenoides, saponinas, fenóis e taninos, conforme descritas seguidamente na Tabela 1.

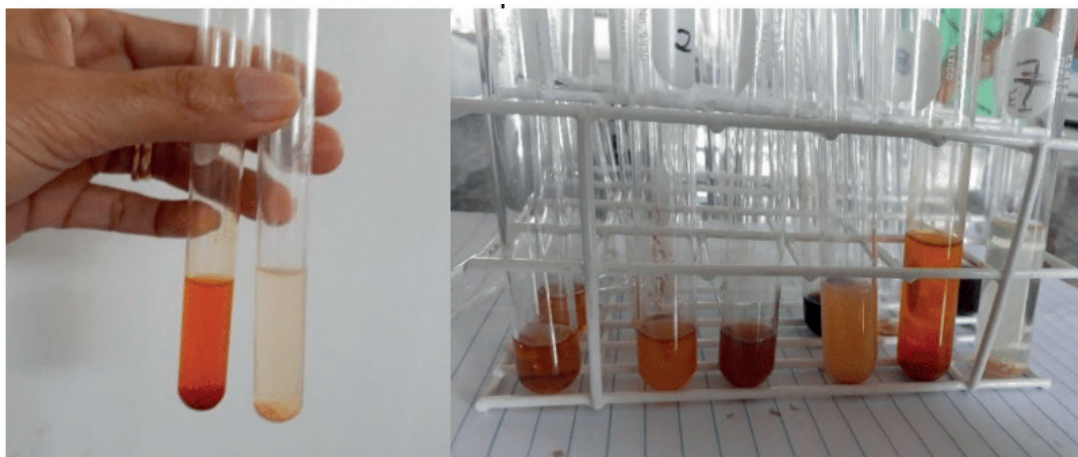


Figura 2 – Imagem referente a ensaios químicos para a determinação das classes de compostos presentes no extrato etanólico da folha do Tipi.

\*Fonte: Próprio autor (2019).

Classe do Metabolito	Resultados
Alcaloides	( + )
Taninos	( + )
Esteroides	( + )
Triterpenos	( + )
Saponinas	( + )
Fenóis	( + )

Tabela 1 – Constituintes químicos encontrados no extrato etanólico das folhas do Tipi.

\*Fonte: Próprio autor (2019).

Guedes e colaboradores (2009) destacam que as análises químicas de raízes e folhas do tipi apresentaram uma diversidade de compostos, tais como os glicosídeos saponínicos, soarborinol triterpeno, isoarborinol-acetato, isoarborinol-cinamato, esteróides, alcalóides, flavonoides, taninos e cumarinas, sulfetos, estilbenos, benzaldeído, ácido benzóico, álcool benzílico, benzoato de benzila, nitrato de potássio,  $\beta$ -sitosterol, ácidos urônicos, álcool ducosílico, lupenona, isoarborinol, acetato de isoarborinol, cinamato de isoarborinol, polifenóis, tritolaniacina, pinitol, ácido linocérico, ácido resinoso,  $\alpha$ -friedelinol, glicose e glicina.

Estudo anterior revelou que o extrato da folha de *Petiveria alliacea* apresenta

atividade antiamebica que pode ser atribuída a um principal metabólito conhecido como isoarborinol, um triterpeno. Outra caracterização fitoquímica de *Petiveria alliacea* revelou a presença de triterpenóides, saponinas, polifenóis, cumarinas, benzaldeído, ácido benzoico, flavonoides, fredelinol, pinitol, and allantoina (Zavala-Ocampo et al, 2017).

No bioensaio com *A. salina* (Figura 1), o composto etanólico testado apresentou baixa toxicidade frente a este organismo modelo, uma vez que a concentração responsável pela morte de 50% das *A. salina*, concentração letal ( $CL_{50}$ ), foi superior a 1000 ppm. Dados da literatura preconizam que são consideradas bioativas substâncias que apresentam valores de  $CL_{50}$  abaixo de 1.000 ppm da solução analisada (MEYER *et al.*, 1982). A  $CL_{50}$  foi determinada em aproximadamente 1.015,52 ppm com um desvio padrão de 66,60  $\mu\text{g mL}^{-1}$ . Os valores encontrados não divergem dos dados encontrados na literatura. De acordo com Rios (2008) o extrato etanólico das folhas pré-secas do Tipi apresentou  $CL_{50}$  de 880,46  $\mu\text{g mL}^{-1}$ .

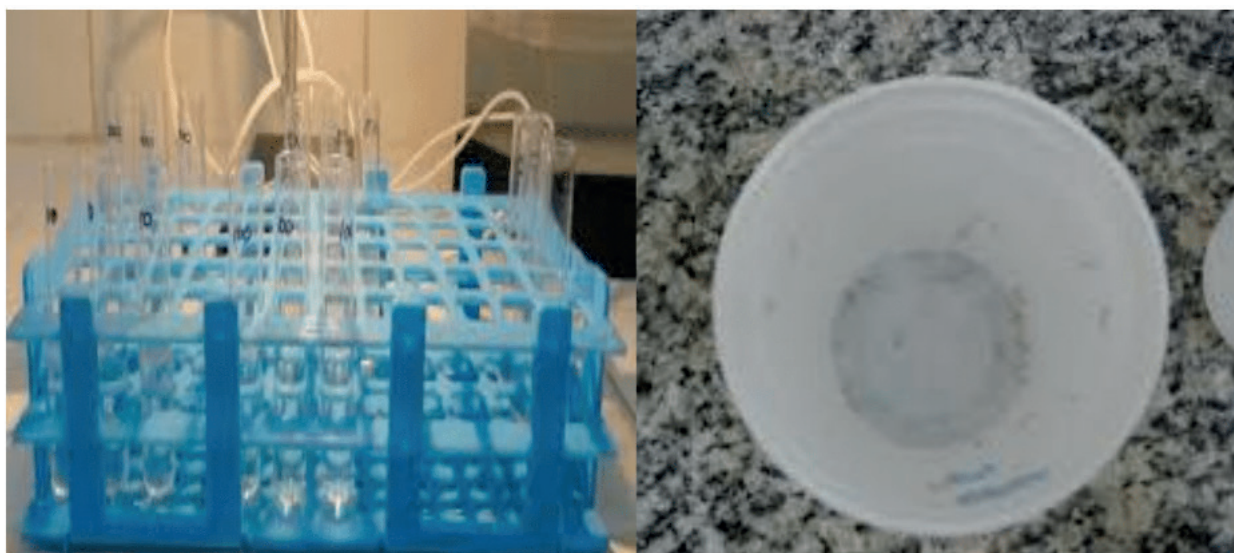


Figure 1. À esquerda avaliação da toxicidade do extrato com *A. salina* e avaliação da atividade larvicida com o mosquito da dengue e à direita

Na avaliação da atividade larvicida (Figura 1) foi possível verificar que o extrato testado não apresentou toxicidade frente às larvas do mosquito *Aedes aegypti*, uma vez que a concentração responsável pela morte de 50% das larvas, concentração letal ( $CL_{50}$ ) foi de 529,50  $\mu\text{g mL}^{-1}$ . No entanto, considera-se como um importante agente larvicida a substância (ou composto) que apresentar uma  $CL_{50} < 100 \mu\text{g mL}^{-1}$  (CHENG *et al.*, 2003). O uso extrato etanólico das folhas pré-secas de *Petiveria alliacea* como larvicida contra *A. aegypti* pode ser considerado devido a sua baixa toxicidade.

Conforme Neves e colaboradores (2011), os metabólitos secundários pertencentes à classe de polissulfureto (dibenzil di- e tri-sulfureto) são compostos ativos responsáveis pelo odor de alho e “skunk” característicos do Tipi. Estudos têm revelado que esses polissulfuretos têm potencial atividade inseticida, nematicida, acaricida e repelentes de

insetos. Além disso, atuam contra um conjunto de pragas de importância econômica tais como: *Cylas Formicarius elegantulus*, *Boophilus microplus*, *Hypothenemus hampei* e *Meloidogyne spp*, respectivamente.

Em um outro estudo, Bezerra (2006) destaca em seu trabalho que os extratos etanólico, acetato de etila e hexânico das raízes do Tipi, tratados pelo método cromatográfico, permitiu o isolamento de uma mistura de duas mercaptanas, o dissulfeto e o trissulfeto de dibenzila, uma alantoina e a sacarose. As mercaptanas isoladas são conhecidas na literatura por suas atividades fungicidas e nematicida. Em ensaios de atividades nematicida contra larvas de *Meloidogyne incógnita* (nematóide de galhas) e inseticida frente a mosca branca (*Bemisia tabaci*) e o inseto do feijão (*Callosobruchus maculatus*) com óleo essencial extraído das raízes de *P. alliacea* e seus constituintes demonstraram significativa biotividade.

No entanto, frisamos que os testes realizados neste estudo, obdecendo a protocolo padronizado para evitar possível degradação de constituintes do extrato, não demonstraram a atividade larvicida esperada para extrato etanólico das folhas pré-secas de *Petiveria alliacea* frente a *A. aegypti*.

Segundo Oliveira, Ramos e Almeida (ANO) os metabólitos secundários encontrados nos diferentes extratos, tais como os ácidos orgânicos têm ação antifúngica, os fenóis têm atividades antibacteriana e antiviral, os taninos são antifúngicos e anti-reumáticos, já os alcalóides têm potencial antitumoral e ação anti-tússígena. Os esteróides e triterpenóides atuam na analgésica e saponinas têm atividade antiviral. As atividades antimicrobianas podem ser creditadas aos taninos e fenois. Os ácidos orgânicos são relatados como tendo atividade antifúngica, além de serem amplamente utilizados na indústria alimentícia como aditivos, atuando como agente antimicrobiano e até antioxidantes. Os ácidos carboxilícos têm importantes propriedades organolépticas, de modo a que o gosto amargo típico foi o primeiro critério de classificação destes compostos. Os Fenóis e taninos apresentam comprovadas atividades fungicidas.

Neste estudo foi levado a cabo, também, a verificação da possível atividade antifúngica do extrato etanólico das folhas pré-secas de *Petiveria alliacea* frente ao fungo *Lasiodiplodia theobromae*, conforme pode ser visto na Figura 4.

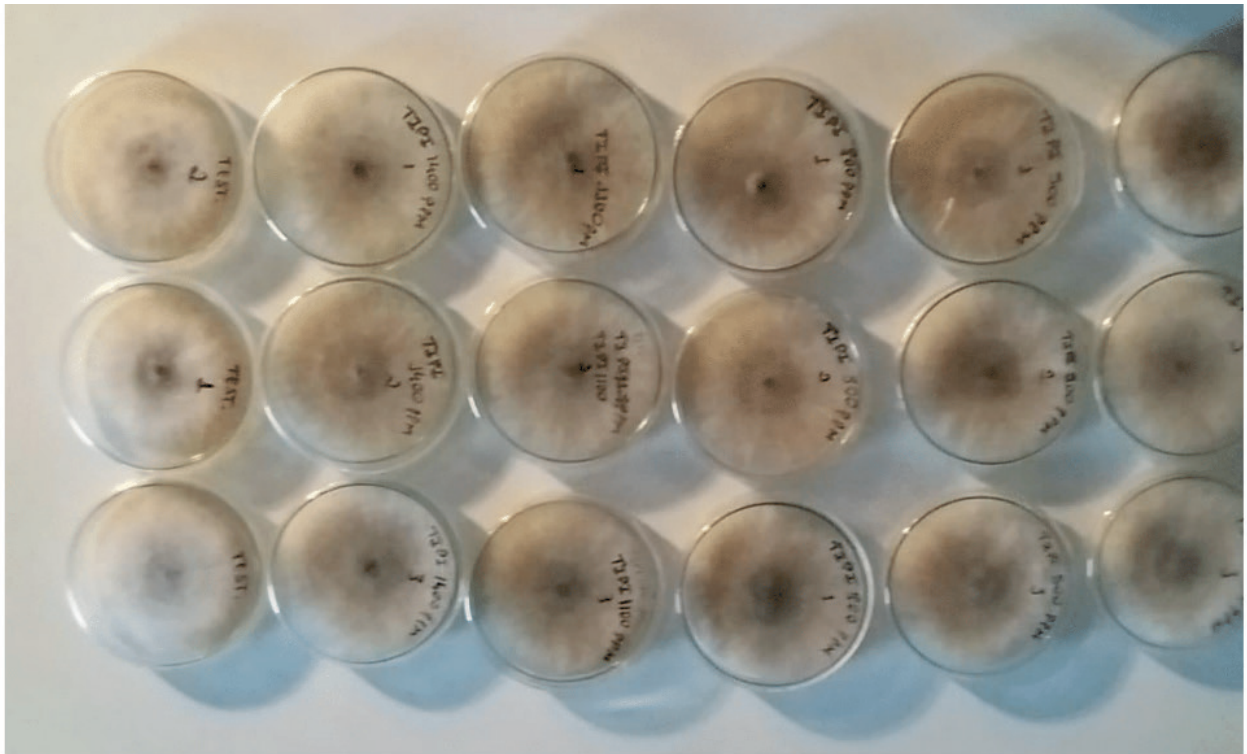


Figura 4 – Imagem dos testes para a atividade antifúngica extrato etanólico das folhas pré-secas de Tipi frente ao fungo *Lasiodiplodia theobromae*.

\*Fonte: Próprio autor (2019).

Nota-se na Figura 4 que na avaliação comparativa frente ao padrão biológico de referência (TESTE 1, controle positivo) e o halo de inibição de crescimento (medida partindo-se da circunferência do disco até a margem), não houve a formação do halo, ou seja não foi observada a inibição do crescimento do fungo *Lasiodiplodia theobromae*. Mesmo não havendo dados na literatura sobre a atividade antifúngica, de *Petiveria alliacea* frente ao fungo *L. theobromae*, para corroborar com o nosso experimental, relatamos que não há ação pesticida desejável do extrato etanólico das folhas pré-secas de Tipi.

## CONCLUSÕES

O presente ensaio revelou que o extrato etanólico das folhas pré-secas de *Petiveria alliacea* apresentou baixa atividade antioxidante. Apesar das folhas apresentarem compostos fenólicos que possuem atividade antioxidante, eles estão presentes em pequenas concentrações.

Os testes também revelaram que o extrato não apresenta atividade frente ao fungo *Lasiodiplodia theobromae*. Contudo, não se pode descartar a possibilidade de outros extratos ou órgãos da planta apresentarem atividade fungicida.

O experimental determinou, também, que o extrato etanólico do Tipi apresenta baixa bioatividade frente às larvas do mosquito *Aedes aegypti*. Contudo, não se pode afastar a hipótese de que os constituintes do extrato tenham interferido nos processos fisiológicos



das larvas afetando o potencial biótico dos organismos que sobreviveram aos testes.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, E. A.; SILVA, R. M. G. Avaliação da toxicidade aguda de angico (*Anadenanthera falcat*), pau-santo (*Kilmeyera coreacea*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) e cipó-de-são-joão (*Pyrostegia venusta*)... **Perquirêre**. V. 5, n.5, p.1-16, 2008.
- BEZERRA, J. N. S. **Composição química, atividade fitonemática e inseticida de tipi (petiveria alliacea)**. Dissertação (Mestrado) - Curso De Pós-Graduação Em Química Orgânica, Universidade Federal Do Ceará, 2006.
- BOSCOLO, O. Horta; VALLE, Luci de Senna. Plantas de uso medicinal em Quissamã, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia**, Porto Alegre, v. 63, n. 2, p.263-277, 2008.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensm-Wiss u-Technol** v. 28, p. 25-30, 1995.
- CAMARGO, M. T. L. de Arruda. Amansa-senhor: a arma dos negros contra seus senhores. **Revista Pós Ciências Sociais**, São Luís, v. 4, n. 8, p.31-42, 2007.
- CARDOSO, J. E.; FREIRE, F. C. O.; SÁ, F. T. Disseminação e controle da resinose em troncos de cajueiro decepados para substituição de copas. **Fitopatologia Brasileira**. v. 23, n.1 p. 48-50. 1998.
- CHENG, S. S.; CHANG, H. T.; CHANG, S. T.; TSAI, K. H.; CHEN, W. J. Bioactivity of selected plant essential oils against the yellow fever mosquito *Aedes aegypti* larvae. **Bioresource Technology**, v. 89, n. 1, p. 99-102, 2003.
- DUARTE, M. R.; LOPES, J. F. Leaf and stem morphoanatomy of *Petiveria alliacea*. **Fitoterapia**, Brasil, v. 7-8, n. 76, p.599-607, dez. 2007
- FERREIRA, E. F. Use of plant extracts on control *in vitro* of *Colletotrichum gloeosporioides* penz. Collected in papaya fruits (*Carica papaya* L.). **Rev. Bras. Frutic**. Jaboticabal, v. 36, n. 2, Apr./June 2014.
- FREIRE, F.C.O, *et al.* Diseases of cashew (*Anacardium occidentale* L.) **Crop Protection**, v. 21, p 489-492, 2002.
- GARCÍA-GONZÁLEZ, Mildred *et al.* Subchronic and acute preclinic toxicity and some pharmacological effects of the water extract from leaves of *Petiveria alliacea* (*Phytolaccaceae*). **Revista de Biología Tropical**, San Jose, v. 54, n. 04, p.1323-1326, 2006.
- GUEDES, R. C. M. *et al.* Atividade antimicrobiana de extratos brutos de *Petiveria alliacea* L. **Latin American Journal of Pharmacy**. La Plata: Colegio Farmaceuticos Provincia de Buenos Aires, v. 28, n. 4, p. 520-524, 2009.
- GOMES, P. Bezerra. **Avaliação dos efeitos centrais e antinociceptivos das frações isoladas da raiz de *Petiveria alliacea* L. (tipi) em camundongos**. 2006. 175 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Farmacologia, Fisiologia e Faramacologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.
- KIM, Seokwon; KUBEC, Roman; MUSAH, Rabi A. Antibacterial and antifungal activity of sulfur-containing compounds from *Petiveria alliacea* L. **Journal of Ethnopharmacology**, Oxford, v. 1-2, n. 104, p.188-192, 08 mar, 2017.
- LAVEZO, A. *et al.* Estresse osmótico na germinação de sementes de *Petiveria alliacea* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 17, n. 4, p.622-630, dez. 2015.

- LIMA, J. S.; MOREIRA, R. C.; CARDOSO, J. E.; MARTINS, M. V.; VIANA, F. M.P. Caracterização cultural, morfológica e patogênica de *Lasiodiplodia theobromae* associado a frutíferas tropicais. **Summa Phytopathol**, Botucatu, v. 39, n. 2, p. 81-88. 2013.
- MENTEN, J. O. M.; MACHADO, C. C.; MINUSSI, E.; CASTRO, C.; KIMATI, H.; Efeito de alguns fungicidas no crescimento micelial de *Macro-Phomina phaseolina* (Tass.) Goid. "In vitro", **Fitopatologia Brasileira**, v. 1, n. 2, p. 57-66, 1976.
- MEYER, B. N.; FERRIGNI, N. R.; PUTNAN, J. E.; JACOBSEN, L. B.; NICHOLS, D. E.; McLAUGHLIN, J. L. Brine shrimp: A convenient general bioassay for active plant constituents. **Journal of Medical Plant Research**, v. 45, n.1, p. 31-34, 1982.
- MORAIS, S. Maia de *et al.* Atividade antioxidante de óleos essenciais de espécies de Croton do nordeste do Brasil. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 5, p.907-910, out. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422006000500004>
- NASCIMENTO, J.C. *et al.* Determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH e doseamento de flavonóides totais em extratos de folhas da Bauhinia variegata L. **Revista Brasileira de Farmácia**, Brasil, v. 92, n. 4, p. 327-332, 2011. <http://www.rbfarma.org.br/files/rbf-2011-92-4-14-327-332.pdf>
- NEVES, I. I. de A. *et al.* Acaricidal Activity and Essential Oil Composition of *Petiveria alliacea* L. from Pernambuco (Northeast Brazil). **Journal Of Essential Oil Research**, london., v. 23, n. 1, p.23-26, jan. 2011
- OLIVEIRA, G. PEREIRA. Atividade larvicida de taninos isolados de *Magonia pubescens* St. Hil. (Sapindaceae) sobre *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). **Enciclopédia Biosfera**, Goiania, v. 10. N. 18 p. 442-448, 2014.
- OLIVEIRA, D. S. B.; RAMOS, R. S.; ALMEIDA, S. S. M. S. Phytochemical study, microbiological and cytotoxicity activity in *Artemia salina* Leach, aerial parts of *Petiveria alliacea* L. **Phytolaccaceae. Biota Amazônia**, Macapá, v. 03, n. 03, p.76-82, 201
- OLIVEIRA, F. Rodrigues. **Avaliação antifúngica , farmacognóstica e toxicológica sazonal de *Petiveria alliacea* L. (Phytolaccaceae)**. 2012. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Farmacêuticas, Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.
- OLIVEIRA, L. Santos de *et al.* Plantas Medicinais como Recurso Terapêutico em Comunidade do Entorno da Reserva Biológica do Tinguá, RJ, Brasil – Metabólitos Secundários e Aspectos Farmacológicos. **Revista Científica Internacional**, Brasil, v. 17, n. 4, p.54-74, 2011.
- OLIVEIRA, D. S. B.; RAMOS, R. S.; ALMEIDA, S. S. M. S. Phytochemical Study, Microbiological and Cytotoxicity Activity in *Artemia salina* Leach, Aerial parts of *Petiveria alliacea* L. **Phytolaccaceae. Biota Amazônia**, Macapá, v. 3, n. 3, p.76-82, 30 dez. 2013. *Revista Biota Amazonia*. <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v3n3p76-82>.
- RIOS, D. A. Medeiros. **Ensaios toxicológicos pré-clínicos com extrato bruto seco das folhas de *Petiveria alliacea* Linné**. 2008. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Farmacêuticas, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.
- ROCHA, L. D.; MARANHO, L. T. E.; PREUSSLER, K A. H. Organização estrutural do caule e lâmina foliar de *Petiveria alliacea* L., **Phytolaccaceae. Revista Brasileira de Farmácia**, Rio de Janeiro, v. 87, n. 3, p.98-101, 2006.
- SILVA, L. E.; QUADROS, D. A.; MARIA NETO, A. J. Estudo etnobotânico e etnofarmacológico de plantas medicinais utilizadas na região de matinhos - PR. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p.266-276, 30 maio 2015



SOARES, B. O. *et al.* Botanical characterization of *Petiveria alliacea* L. from Rio de Janeiro, Brazil: Systematic and functional implications. **Plant Biosystems - An International Journal Dealing With All Aspects Of Plant Biology**, Inglaterra, v. 147, n. 2, p.411-417, jun. 2013.

ZAVALA-OCAMPO, L. M.; AGUIRRE-HERNÁNDEZ, E.; PÉREZ-HERNÁNDEZ, N.; RIVERA, G.; MARCHAT, L. A.; RAMÍREZ-MORENO, E. Antiamoebic Activity of *Petiveria alliacea* Leaves and Their Main Component, Isoarborinol. **Journal of Microbiology and Biotechnology**, 27(8), 1401–1408, 2017.

## COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DAS PELES DE PIRARARA (*Phractocephalus hemiliopterus*)

Data de aceite: 01/07/2020

### **Maria do Perpetuo Socorro Silva da Rocha**

Universidade Federal do Amazonas-UFAM.  
Departamento de Ciências Pesqueiras-  
Laboratório de Tecnologia do Pescado. Manaus-  
Am.

CV: <http://lattes.cnpq.br/4373899463442196>

### **Antônio José Inhamuns**

Universidade Federal do Amazonas-UFAM.  
Departamento de Ciências Pesqueiras-  
Laboratório de Tecnologia do Pescado. Manaus-  
Am.

CV: <http://lattes.cnpq.br/8446421163947546>

### **José Fernando Marques Barcellos**

Universidade Federal do Amazonas,.  
Departamento de Morfologia. Manaus-Am. CV:  
<http://lattes.cnpq.br/9296854102700928>

### **Karina Suzana Gomes de Melo**

A Universidade Federal de Pernambuco. Recife-  
Pe.

CV: <http://lattes.cnpq.br/4256384482401827>

### **Herlon Mota Atayde**

Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto  
de Ciências e Tecnologia das Águas. Santarém-  
Pa. CV: <http://lattes.cnpq.br/9901800939971357>

**RESUMO:** A pesca de peixes lisos (bagres) na Amazônia acontece na calha do rio em períodos sazonais e é dependente do ciclo

hidrológico e do ciclo de vida das espécies. Poucos são os estudos relacionados a pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*), espécie nativa da bacia amazônica e pode chegar a 80 kg. Diferencia-se pelo padrão de cores no corpo e nas nadadeiras que são alaranjadas a vermelhas. O objetivo foi determinar a composição centesimal da pele de pirarara no período de cheia e seca nos rios na região. Foram utilizados 14 exemplares e as análises foram desenvolvidas no Laboratório de Tecnologia do Pescado da UFAM. Por meio da análise de variância (ANOVA) e teste Tukey para a comparação das médias. Os resultados da biometria para o atributo (peso total) não houve diferença estatisticamente significativamente entre os pesos dos anos de 2009 (cheia), 2010 (cheia) e 2011 (seca), independentes dos períodos de seca ou de cheia conforme, o  $p=0.1860$  e  $\alpha=5\%$ . Para o comprimento furcal também não houve diferença estatisticamente significativa entre os comprimentos furcais, conforme o  $p=0.5098$  e  $\alpha=5\%$ , nos mesmos períodos. Poucos são os estudos relacionados às análises da composição centesimal para peles de peixes, havendo poucos dados que permitam comparações entre as espécies. Os resultados para pele *in natura* de pirarara coletada no período da cheia (2010) e seca

(2011) apresentou os seguintes resultados, respectivamente: 61,20% e 58,43% para umidade não havendo diferença significativa entre as épocas. Em peles da tilápia do Nilo a média foi 69% de umidade. Para proteínas 38,29% e 42,00%, verifica-se um pequeno aumento no período da seca, quando ocorre grande concentração de diferentes espécies e conseqüentemente abundância de alimentos. Observou-se que os lipídios diminuíram na cheia (1,36%) em relação à seca (3,9%). Na filetagem todos os exemplares apresentaram grande quantidade de gordura sólida aderida tanto às vísceras como à pele. Para cinzas, cujos resultados foram 0,63% (cheia) e 0,67% (seca), não houve diferença significativa entre os períodos sazonais, estes valores estão abaixo da média (1,90%) encontrados para diferentes classes de peso da pele *in natura* de tilápia do Nilo. O conhecimento da composição química da pele de peixes é de absoluta importância, quando se pretende submetê-la aos métodos de curtimento, sendo indiscutível que as peles sejam bem limpas antes do processo. Novos trabalhos deverão ser realizados não apenas com a espécie pirarara como também outras espécies da região Amazônica.

**PALAVRAS-CHAVE:** peixes, bagres, Amazonas, ciclo hidrológico

#### PROXIMATE COMPOSITION OF THE SKINS OF PIRARARA (*Phractocephalus hemiliopterus*)

**ABSTRACT:** Catfish fishing, in Amazonia, takes place on the river channel in seasonal periods and it depends both on their hydrological cycle and the species life cycle. There are few studies related to pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*), an Amazon Basin native species, the weight of which may reach up to 80 kg. It differs due to the color pattern on its body and fins that are orange to red colored. The present study has aimed to determine the proximate composition of the pirarara skin in the periods of high and low water on the region's rivers. Fourteen (14) specimens were used, and their analyses were performed at the UFAM's Fish Technology Laboratory, through analysis of variance (ANOVA) and Tukey test for comparing the means. The results of biometrics for the attribute (total weight) showed no significant statistical difference between the weights in 2009 (high-water), 2010 (high-water) and 2011 (low-water), regardless the periods according to,  $p = 0.1860$  and  $\alpha = 5\%$ . Furcal lengths also showed no significant statistical difference amongst themselves, in the same periods, according to  $p = 0.5098$  and  $\alpha = 5\%$ . There are few studies related to the analysis of the proximate composition for fish skins and, a very little amount of data so as to enable comparisons between species. The findings related to the fresh skin of pirarara caught at high (2010) and low (2011) water level (Moisture 61.20% and 58.43%, respectively), showed there to be no significant difference between the seasons. The findings related to the fresh skin of pirarara caught at high (2010) and low (2011) water level (Moisture 61.20% and 58.43%, respectively), showed there to be no significant difference between the seasons. The average for the moisture in Nile tilapia skins showed to be 69%. As to proteins (38.29% and 42.00%) it showed to go up a little in the low-water period, when a high concentration of

different species and, consequently, an abundance of food, came to occur. As to the lipids one finds it to have diminished at high-water (1.36%) relative to low-water (39%). In filleting, all specimens bore a large amount of solid fat adhered to both viscera and skin. For ashes, the results of which were 0.63% (high-water) and 0.67% (low-water), there was no significant difference between seasonal periods; these values are below the average (1.90%) found for different Nile tilapia fresh skin weight classes. Knowledge on fish skin chemical composition has shown to be of utmost importance when one intends to subject it to tanning methods and, it is also indisputable that the skin be thoroughly cleaned before being processed. New works will have to be conducted both with pirarara and other species of the Amazonian region.

**KEYWORDS:** fish, catfish, Amazonas, hydrological cycle

### **Apoio Financeiro**

FAPEAM

## COMUNIDADES VIRTUAIS NAS REDES DE PESQUISA DA EMBRAPA: UMA PROPOSTA DE MODELO COMUNICACIONAL

Data de aceite: 01/07/2020

### Tércia Zavaglia Torres

Embrapa Informática Agropecuária e Centro  
Universitário de Paulínia – UNIFACP  
Campinas, SP

Link para Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0165420464019947>

### Marcia Izabel Fugisawa Souza

Embrapa Informática Agropecuária  
Campinas, SP

Link para Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5202566311237784>

### Sônia Ternes

Embrapa Informática Agropecuária  
Campinas, SP

Link para Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7646694923379302>

### Bruno Gâmbaro Pereira

Eumidia Comunicação e Marketing  
Campinas, SP.

Link para Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3072415496512360>

**RESUMO:** Este artigo, situado no campo da comunicação digital em comunidades virtuais, tem como objetivo analisar e discutir um modelo comunicacional para nortear as relações de trocas e interações que ocorrem

entre as pessoas e as instituições que integram as redes de pesquisa constituídas na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Entendidas como canais de promoção das ações de disseminação de informações e de compartilhamento de conhecimentos, as redes de pesquisa contribuem para o alcance de resultados sistêmicos e integradores, especialmente se forem constituídas em bases colaborativas e dialógicas. Adotando-se a abordagem qualitativa do tipo revisão de literatura, o artigo apresenta uma proposta de modelo para viabilizar a comunicação nas redes de pesquisa da Empresa. Propõem-se, ainda, princípios básicos e diretrizes para a implementação deste modelo comunicacional de caráter relacional/sistêmico, indicando as contribuições para o alcance de resultados de alto valor agregado para a sociedade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Comunicação científica; Disseminação da informação; Redes de Pesquisa, Compartilhamento de conhecimento; Instituições de PD&I.

VIRTUAL COMMUNITIES IN EMBRAPA  
RESEARCH NETWORKS: A PROPOSAL FOR  
A COMMUNICATIONAL MODEL

**ABSTRACT:** This article, situated in the field of

digital communication in virtual communities, aims to analyze and discuss a communication model to guide the relations of exchanges and interactions that occur between people and institutions that integrate the research networks constituted in the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa). Understood as channels for promoting information and knowledge transfer actions, research networks contribute to the achievement of systemic and integrative results, especially if they are oriented to collaborative actions and based on the rationality of interaction and the exchange of efforts. Adopting the qualitative approach of literature review type, the article presents a proposal for a model to enable communication in the Company's research networks. It also proposes basic principles and guidelines for the implementation of this relational / systemic communicational model, indicating the contributions to the achievement of high value-added results for society.

**KEYWORDS:** Scientific communication; Dissemination of information; Research Networks, Knowledge sharing; RD&I institutions.

## 1 | INTRODUÇÃO

Há uma relação estreita e dialógica entre o homem e a tecnologia. Duarte e Firmino (2011) registram que, para manter a sobrevivência entre as coisas, o homem procurou entendê-las a partir da ciência e das suas ferramentas. Esses autores admitem que ciência, objetos e ferramentas são o mundo das coisas entendido e transformado. Tecnologia é a decorrência de um processo social que acontece quando o homem lida com os problemas que o cerca e altera o conteúdo de toda a sua ação em função dela (SOUZA et al., 2011). A tecnologia influencia e impacta a forma como vivemos, percebemos e transformamos o mundo. O mundo hoje é informacional, permeado por tecnologias de comunicação e informação (TIC) que dialogam entre si, formando uma trama cartográfica de tal forma misturada ao nosso cotidiano que se torna difícil muitas vezes conseguirmos distingui-las e nos separarmos delas. O poder das atuais TIC está exatamente na capacidade que elas possuem de se infiltrarem no tecido social, alterando e ampliando as nossas habilidades comunicacionais, interativas e conceptivas acerca do mundo e da realidade que nos permeia (DUARTE; FIRMINO, 2011).

As tecnologias digitais promoveram uma comunicação não-hierarquizada e bidirecional, cuja troca interativa entre os agentes envolvidos no processo comunicacional possibilita a construção e o compartilhamento de significados e sentidos. Neste contexto a comunicação é entendida como o fio condutor que oferece os parâmetros e as condições para que os indivíduos construam significados e sentido para o mundo e também ampliem a cognição, sendo mais cômicos e capazes de produzirem outras racionalidades para pensá-lo e transformá-lo. Estas tecnologias digitais, cada vez mais, “se fazem presentes nas vidas das pessoas e nas estratégias empresariais, alterando as relações, reconfigurando os espaços e até ressignificando-os” (CHAMUSCA; CARVALHAL, 2011).



De fato, no contexto empresarial, as tecnologias digitais respondem pelas profundas mudanças nos modelos de gestão e de produção de bens e serviços. Tais mudanças são decorrentes dos avanços científicos; da necessidade de ajustes a um modelo gerencial de desenvolvimento socioeconômico, pautado na competição e globalização; da interferência de novos paradigmas ambientais e culturais no modo de produção; e das novas configurações geopolíticas mundiais. Essa realidade assume nuances de maior destaque quando a atenção se volta para as instituições de pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica (PD&I), dedicadas sobretudo à produção de conhecimentos e à geração e transferência de novas informações, conhecimentos e tecnologias. Este é o caso da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), que se depara com a necessidade de construir e praticar uma gestão integrada, participativa e colaborativa capaz de potencializar a eficácia e o entendimento dos limites, a partir de uma visão sistêmica.

Para tanto, a Empresa atua estrategicamente articulando e agregando os interesses comuns de diversos atores e segmentos sociais, estruturando e executando ações convergentes, por intermédio da formação de redes de pesquisa de natureza interdisciplinar, com a finalidade de promover a eficiência no uso dos recursos e maximização dos resultados. Um exemplo de iniciativa desta natureza na Empresa foi a criação da figura programática de pesquisa “Arranjo de Métodos Quantitativos Avançados e Computação Científica (MQCC)”, doravante denominado Arranjo AgroMQCC. Subordinado a este, foi conduzido o Projeto de Governança do Arranjo que teve o objetivo de desenvolver e implementar estratégias para as áreas de PD&I, transferência de tecnologia (TT), desenvolvimento institucional (DI) e gestão organizacional focados nos pilares da governança corporativa, visando dar suporte às ações previstas no Arranjo AgroMQCC. Dentre as ações estruturantes voltadas à governança deste Arranjo destacou-se a criação de uma Rede de pesquisa em MQCC, com o propósito de contribuir para a definição de estratégias vanguardistas nesta temática, na Embrapa.

Entende-se que as redes de pesquisa, como a Rede MQCC, podem ter complexidade maior ou menor, a depender do desafio consignado no problema de pesquisa. Admite-se que nessas redes, os cientistas precisam ter uma estrutura comunicacional interacional e dinâmica, que facilite o intercâmbio de informações, conhecimentos, habilidades, competências, experiências, saberes e destrezas que os permitam, simultaneamente, integrá-las, interdisciplinar e transversalmente, favorecendo a construção de novos conhecimentos e geração de soluções que acrescentem valor para a sociedade.

A existência de abundante oferta de tecnologias digitais (celulares, smartphones, tablets etc.), aliada à crescente popularização das redes de acesso sem fio (redes Wi-Fi, Bluetooth, 3G, 4G etc.), tem contribuído para que instituições de PD&I, como a Embrapa, criem espaços virtuais de tipo ‘comunidades’ para acolher suas redes de pesquisa, beneficiando-se da comunicação móvel pervasiva (CHAMUSCA; CARVALHAL, 2011).

Tais espaços virtuais ampliam as comunicações nas redes de pesquisa, favorecendo a construção de novos conhecimentos e aprendizagens entre os cientistas, e entre estes e a sociedade. Nesses espaços cientistas, pesquisadores, acadêmicos e demais profissionais vinculados às atividades de pesquisa se reúnem para troca de informações e conhecimentos sobre seus projetos de pesquisa.

Diante da análise desse contexto, priorizou-se a busca de entendimento teórico acerca das premissas, restrições, condicionantes e requisitos que devem orientar o funcionamento de comunidades virtuais em redes de pesquisa. A partir disso delimitou-se o problema de pesquisa, explicitado na seguinte questão: Quais diretrizes devem orientar o estabelecimento do processo comunicacional de comunidades virtuais em redes de pesquisa na Embrapa como, por exemplo, a Rede MQCC? Para responder a essa questão, uma investigação evidenciou-se necessária, para à luz da teoria, identificar e discutir princípios básicos e diretrizes que (re) orientem o estabelecimento de um processo comunicacional, via comunidades virtuais, para as redes de pesquisa na Embrapa. Por meio de uma revisão de literatura, procurou-se identificar, analisar e discutir alguns princípios básicos e diretrizes que possam ser adotados para subsidiar o processo comunicacional em curso nas comunidades virtuais criadas no âmbito das redes de pesquisa. Desse modo, constitui-se objetivo deste artigo apresentar uma proposta de um modelo comunicacional relacional/sistêmico para o estabelecimento da comunicação digital, via comunidades virtuais, nas redes de pesquisa da Embrapa.

Este artigo está estruturado em cinco seções contando com esta introdução. A segunda seção registra a fundamentação teórica discutindo: o conceito de comunicação na perspectiva das redes de pesquisa; a comunidade virtual como canal comunicacional para as redes de pesquisa da Empresa. Na terceira seção a metodologia adotada na pesquisa é apresentada. A quarta seção traz o resultado da pesquisa, explicitado pela proposição de um modelo comunicacional com princípios e diretrizes que podem ser implementados nas redes de pesquisa da Embrapa para subsidiar a comunicação relacional/sistêmica e favorecer o alcance de resultados de alto valor agregado para a sociedade. Na quinta seção são apresentadas considerações finais acerca da pesquisa realizada, bem como da implementação do modelo proposto para orientar o estabelecimento do processo comunicacional, via comunidades virtuais, em redes de pesquisa na Embrapa.

## **2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 A comunicação na perspectiva das redes de pesquisa**

Os indivíduos são os principais atores sociais em todas as empresas. Ora porque são os únicos que produzem conhecimentos e experiências usando o meio/lugar como referencial e os outros indivíduos como fonte manancial de trocas, intercâmbios e relações;

ora porque são formadores de opiniões e disseminadores e construtores de cultura, crenças e valores; ora porque as habilidades e competências a eles inerentes são os responsáveis por torná-los agentes de mudança. Fato é que somos seres relacionais! Sedimentamos laços e criamos significados para fortalecer nossa identidade. Camatti (2010) argumenta que no cerne de nossa condição humana está o nosso caráter interacional e nele a concepção de comunicação como ação ocorrida entre dois ou mais indivíduos.

Por tratar-se de um constructo complexo e de grande relevância, envolvendo várias facetas da essência humana e do seu comportamento na sociedade, a comunicação é um objeto de estudo de difícil definição, que só pode ser apreendido na sua plenitude quando compreendido no bojo do próprio movimento de entendimento da natureza humana. Esta ausência de unanimidade em torno do conceito de comunicação, longe de caracterizar dissonância, evidencia, de um lado, sua importância e, de outro, a existência de uma pluralidade de perspectivas e prismas que requerem análise agregada, sistêmica e complementar, para que se tenha uma inteligibilidade mais plena sobre ele.

A despeito desta realidade, pode-se afirmar que há em torno deste conceito uma linha mestra na qual circunda o entendimento de comunicação como um ato coletivo que insere a potencialidade dos indivíduos se 'ligarem', 'partilharem', 'socializarem', '(com) partilharem' e/ou 'elarem' uns aos outros para criar e/ou (re)criar a si próprios e ao mundo que os cerca; edificando e/ou remodelando suas crenças, valores, ideias, conhecimentos, aprendizagens etc.; a partir de um processo de influência mútua e recíproca de significações e comportamentos que praticam.

No âmbito empresarial, o conceito de comunicação deriva deste emaranhado complexo de racionalidades, sendo percebido como um processo intencional, eminentemente baseado na interação social, capaz de remodelar continuamente tanto os indivíduos envolvidos nele quanto a própria organização. Camatti (2010) destaca que hoje a comunicação empresarial, mais do que no passado recente, traz consigo um maior potencial para transformar e mudar lógicas, em especial porque estamos imersos em um espaço de produção de informação, o qual é denominado por Parente (2000) de conexãoismo generalizado. Este espaço se caracteriza como uma espécie de sublime tecnológico que nos leva a pensar a comunicação a partir de novos paradigmas.

Daí a importância de as empresas desenvolverem seus atuais processos comunicacionais considerando esta nova matriz conceitual, a qual deve ser ancorada por alguns conceitos-chaves que viabilizam a comunicação numa perspectiva sistêmico/relacional capaz de criar e desenvolver novos espaços de diálogo, interlocução e conversação entre as empresas e seus diversos públicos. Para construir tais espaços, estes princípios também devem se pautar pela formação de uma identidade e uma cultura organizacional que edifique, fortaleça e desenvolva relações transparentes, fundamentadas na reciprocidade, no respeito mútuo e na ética.

Carvalho et al. (2010) registram que o alcance desse objetivo requer das empresas a

adoção de estratégias comunicacionais para apreender as informações, conhecimentos e saberes coletivos advindos do universo social com o qual interagem, usando as vantagens das atuais tecnologias digitais como meio. Isto se torna plausível e exequível porque o advento da comunicação móvel pervasiva transforma as cidades e o meio rural em instrumento comunicacional de troca e interação.

Torres et al. (2011) ponderam que nas instituições de PD&I a informação e o conhecimento, além de serem os insumos básicos para a produção de novos conhecimentos, são, também, os ‘produtos finais’ gerados por essas instituições. Isto requer delas a capacidade de gerenciá-los para assegurar resultados e competitividade. Atualmente, os problemas de pesquisa demandados para essas instituições têm exigido delas uma abordagem de solução cada vez mais integrada, sistêmica e interdisciplinar. A complexidade dos problemas e a exigência de produzirem soluções agregadas impõem a essas instituições a necessidade de se estruturarem em arranjos interinstitucionais para que privilegiem a interdependência entre os vários domínios de conhecimento, a partir de um processo comunicacional interativo que favoreça a troca e a construção de novos conhecimentos.

Baseadas na interação e no intercâmbio de esforços, as redes de pesquisa criam um contexto interinstitucional que reforça a capacidade de gerarem novos conhecimentos, competências e aprendizado. Assim, nas redes de pesquisa, o alcance de objetivos comuns torna-se mais plausível porque procuram maximizar o uso dos recursos dentro de uma visão complementar, priorizando as competências essenciais de todos os atores sociais que as integram.

Neste sentido, as redes servem como o canal para se promover a disseminação de informações e de conhecimentos entre as unidades de pesquisa e os indivíduos a elas agregados, ampliando as chances de resultados mais sistêmicos e integradores. Autonomia, interdependência de recursos e ações complementares e colaborativas são pilares das redes de pesquisa que também possuem caráter democrático, dado que criam oportunidades de transformação das trocas de informações e experiências em novos conhecimentos e aprendizagens. Nelas as interações caracterizam-se pela “não-centralidade”, ‘horizontalidade relacional’ e, principalmente, pelo ‘pluralismo de ideias’ que tende a surgir em maior volume e qualidade, especialmente porque são propulsionadas por uma abordagem comunicacional sistêmica apoiada pelas novas tecnologias digitais.

Para Musso (2004), o conceito de rede é uma espécie de chave-mestra que vincula três níveis de significação – o do ser; o da dinâmica da interação coletiva e a do sistema complexo. Rede é considerada uma metaligação por ser “[...] ao mesmo tempo o vínculo de um elemento com um todo, o vínculo entre diversos estados de um todo e o vínculo da estrutura de um todo com o funcionamento de um outro. Graças à rede, tudo é vínculo, transição e passagem [...]”. (MUSSO, 2004, p. 32-33).

Hoje, o termo rede é sinônimo de interação e representa as dinâmicas interacionais

e as sociabilidades presentes nas conexões feitas entre os atores que as integram. Para Spudeit (2010), o conexionismo generalizado ao qual estamos submersos sobressalta as redes como um conceito translaçado na sociedade, nas relações tecnológicas e virtuais, sendo ancorado por um paradigma comunicacional que ocorre em variados ambientes, independentemente do contato físico entre os indivíduos. Pode-se afirmar que por trás da ideia de redes de pesquisa está a metáfora de comunicação como elemento transversal, onipresente e onipotente, capaz de unir, cooperativa e colaborativamente, instituições e indivíduos por meio das atuais tecnologias digitais, em prol do alcance de objetivos comuns e interdependentes.

Para Bastos et al. (2011), o uso cada vez maior das tecnologias digitais como meio/instrumento de interação entre os indivíduos, além de ampliar a produção e circulação de conteúdos, informações e conhecimentos, altera as características dos processos comunicacionais que as empresas estabelecem com seus públicos. A partir da segunda geração da web (web 2.0), cujos pilares se apoiam em premissas interacionistas, colaborativas e de compartilhamento de conteúdos, as instituições de PD&I têm investido esforços na criação de uma espécie de ‘ambiência virtual’ para suas redes de pesquisa. O objetivo da criação deste espaço virtual é sustentar um processo comunicacional relacional em que os indivíduos possam expressar, divulgar informações e produzir conteúdos, conhecimentos e informações sobre um tema de interesse comum. Na Embrapa, as redes de pesquisa são adotadas como forma de organização de grupos de pesquisadores, envolvendo diferentes tipos de profissionais relacionados às mais diversas atividades de pesquisa.

Inúmeras são as vantagens para instituições como a Embrapa criarem o arranjo estrutural no formato de redes de pesquisa. Ele permite à Empresa acompanhar seus movimentos estratégicos, indicando, não apenas as mudanças nos modos comunicacionais de se relacionar com seus públicos, mas, principalmente, a forma de transferir informações para a sociedade e de aprender com os próprios integrantes e com e no ambiente ao qual está imersa (MARTELETO, 2010).

Espaço de ambiência virtual no escopo das redes de pesquisa da Embrapa pode ser definido como o lugar<sup>1</sup> onde os cientistas, as instituições e os diversos públicos pertencentes às redes de pesquisa interagem e trocam informações, conhecimentos, experiências, saberes e saberes-fazer. Portanto, trata-se de um espaço propiciado pelas potencialidades comunicacionais inerentes às atuais tecnologias digitais. Nele, as tecnologias tanto mediam a relação comunicacional como também servem de espaço de construção de novas significações, sentidos, conhecimentos e aprendizagens, ou seja, de intersubjetividade entre os indivíduos.

---

1. Espaço de ambiência virtual é entendido como um espaço que propicia a construção e reconstrução das identidades dos indivíduos a partir do estabelecimento de uma relação dialógica promovida entre eles e os diversos contextos aos quais estarão submetidos neste ambiente. Assim, os ambientes virtuais manifestam-se como mais um ‘lugar’ de possibilidade de os indivíduos construírem e expressarem as várias faces de uma mesma identidade.

Percebe-se a relevância que as tecnologias digitais têm na formação, desenvolvimento e gestão das redes de pesquisa porque, além de servirem como facilitadoras das dinâmicas relacionais, potencializam seus resultados, na medida em que permitem a gestão das interconexões comunicacionais ocorridas entre os diversos atores que as integram, favorecendo a construção de novos relacionamentos da empresa com seus públicos. Nesta perspectiva, o processo comunicacional mediado por estas tecnologias não é visto apenas como um espaço de circulação e construção de sentidos e significações, mas, sobretudo como um sistema de resposta à sociedade.

Analisando o processo de comunicação que se dá por meio das redes sociais e das tecnologias da web 2.0, podemos afirmar que a produção de sentido acontece em algum lugar entre os produtos midiáticos da organização e os diversos grupos representados por clientes, acionistas, funcionários, governo, sociedade, que também se posicionam nas novas mídias (blogs, Twitter, Facebook, Youtube etc.). Nesse processo, os sujeitos ao produzirem os mais diversos sentidos, irão provocar relações de contiguidade e tensionamentos, que por sua vez, levam à organização a construir novos percursos discursivos (BASTOS et al., 2011). Por isso, a importância de as instituições de PD&I como a Embrapa darem especial atenção ao desenvolvimento de modelo comunicacional para nortear as relações de trocas e interações ocorridas em suas redes de pesquisa em espaços virtuais. Ainda que a construção deste modelo comunicacional dependa de um conjunto de fatores internos às instituições que integram a rede de pesquisa, é possível propor alguns princípios básicos para servirem de sustentáculos conceituais à construção de modelo comunicacional relacional/sistêmico.

## 2.2 Comunidade virtual como canal comunicacional para as redes de pesquisa

É fato que os humanos sempre viveram em grupos motivados por diversos interesses. Castro (2011) pondera que é essa organização em torno de interesses comuns que caracteriza a ideia central inerente ao conceito de comunidade. A palavra comunidade é de origem latina - *commune* e *communis*, sendo usada desde meados do século XV. Significa comum, conjunto de pessoas que se vinculam pelo cumprimento de obrigações gerais e recíprocas podendo elas estarem ou não em uma mesma região geográfica. Para Carvalho (2011), a definição de comunidade remonta aos séculos VII e VI antes de Cristo, quando os gregos criaram a *polis* e a conceituaram como uma comunidade. Ou seja, como um lugar onde o homem poderia ser ele mesmo (KALINA; KOVADOLOFF, 1978), onde poderia dialogar e promover encontros interpessoais. Arendt (2005) pondera que ambos os conceitos - comunidade virtual e *polis* representam o lócus onde as pessoas se juntam para buscar um propósito comum. Trata-se, na visão da autora, de um “[...] espaço da aparência, no mais amplo sentido da palavra, ou seja, o espaço no qual eu apareço aos outros e os outros a mim; onde os homens assumem uma aparência explícita, ao invés de se contentar em existir meramente como coisas vivas ou inanimadas”. (ARENDR,



2005, p. 211).

Pode-se afirmar que comunidade traz consigo a ideia de estrutura social, de relação, de compartilhamento e sentimento de pertencimento entre pessoas que compõem um mesmo grupo. Para Axt (2006), na base do conceito de comunidade está o caráter interacional da própria condição humana que - partindo da concepção de comunicação como uma ação que liga, integra, forma opiniões e constrói novas ideias entre as pessoas -, oferece a sustentação para promover processos auto-organizantes que levam as pessoas a se unirem em busca de interesses comuns. Por detrás da interação encontra-se a comunicação como um fenômeno que fundamenta as relações sociais entre as pessoas e que, por conseguinte, ancora o conceito de comunidade.

É, portanto, a partir da interação/comunicação e do processo articulado de compartilhar entre si que as pessoas estabelecem e fortalecem vínculos sociais. Nesta perspectiva, comunidade deve ser entendida pela ótica dos diálogos que se engendram quando as pessoas que as integram compartilham informações e produzem novos significados e sentidos -, e por isso, sujeitas à mesma cultura, buscam objetivos comuns. Pode-se afirmar que comunidade é um grupo social -, ancorado por um conjunto de normas culturais e por um processo interacional/comunicacional, cujas pessoas, ligadas por meio de uma rede de relações, se voltam para interesses gerais. É o palco onde as identidades pessoais se produzem e se desenvolvem. É lugar, geográfico ou não, onde sentimentos de pertencimento nutrem vínculos sociais, percepções de semelhanças e crenças comuns (NEIROTTI; POGGI, 2005).

Com o advento de novos meios de comunicação e de transporte, ocorre uma expansão das interações sociais dando início à desterritorialização dos laços sociais. O uso da comunicação mediada por artefatos tecnológicos – como cartas, telefone, telex, fax, e, mais recentemente, a Internet e a Web – intensificou as trocas comunicacionais entre as pessoas sem a presença delas, permitindo que buscassem formas diferenciadas para conectar-se, estabelecer relações e formar comunidades.

Nesse contexto, a ideia de comunidade como algo que ocorre apenas no espaço físico e geográfico perde força, surgindo a concepção de comunidade virtual. As comunidades virtuais são definidas como agregados sociais que levam “[...] adiante discussões públicas durante um tempo suficiente, com suficiente sentimentos humanos, para formar redes de relações pessoais no ciberespaço” (RHEINGOLD, 1995, p. 20). Nelas existe a ideia de espaço como um campo de trocas simbólicas. Os laços sociais são mediados por artefatos tecnológicos digitais e entendidos como algo fluido, amplo e voltado para um sentimento de pertencimento que é reforçado: de um lado, pelos interesses homogêneos dos que a integram e; de outro, pelas dinâmicas interacionais que se produzem a partir destes interesses. As pessoas nas comunidades virtuais trocam experiências e apoio emocional, desenvolvem amizades e discursos intelectuais, produzem racionalidades, significações e sentidos para a realidade as quais estão submersas.

Portanto, é no interior da variedade de possibilidades comunicacionais e formas de experimentação da realidade proporcionadas pelas TIC que as comunidades virtuais crescem, se popularizam e oferecem aos seus integrantes diferentes graus de experiências e tipos de apropriações (ALMEIDA; NOGUEIRA, 2011). Wellman (1997) defende que foi graças a este novo processo comunicacional, inaugurado com o advento das tecnologias digitais, que os laços sociais entre as pessoas foram ampliados, tornando possíveis o surgimento de novas formas de sociabilidades. É evidente o caráter inovador e paradoxal das novas formas comunicacionais propulsionadas pelas tecnologias digitais. Ao mesmo tempo em que é possível contatar alguém em qualquer lugar e a qualquer momento, mantém-se a noção de território como lugar de subjetivações e constituição dos sujeitos. A rede não dissolve a noção de lugar, mas a retrabalha misturando unipresença física e pluripresença mediatizada (WEISSBERG, 2004).

As sociabilidades que estas tecnologias promovem no seu interior possibilitam a criação de laços simbólicos e a construção de sentimentos de pertencimento e de um projeto comum. Para Recuero (2009), a comunicação realizada entre as pessoas na comunidade virtual não se caracteriza apenas pela troca de informações, mas também pela troca de bens de natureza emocional, moral e voltada para o companheirismo. São estas qualidades que oferecem as condições para suportar laços especializados e multiplexos, que são essenciais para a emergência de laços sociais fortes. Nas comunidades virtuais observa-se que as pessoas se comportam como se estivesse em um baile de máscaras vivendo personas e fantasias.

Aos poucos, as máscaras vão caindo e as pessoas vão se mostrando mais cruamente, despidas, desnudas. Nesse momento, as relações, que estavam protegidas pelo distanciamento podem se tornar mais profundas que qualquer outra. Afinal, a primeira coisa que se mostra nas relações sociais virtuais é o que se esconde nas relações físicas: o interior das pessoas. (STORCH; COZAC, 1995, p. 13).

A ação de reciprocidade que ocorre entre as pessoas na comunidade virtual emerge como um elemento de fundamental importância porque, além de se sobrepôr às diferenças individuais e aos fatores geográficos que as separam, favorece o exercício da interinfluência e da corresponsabilidade pela produção dos seus interesses. Em outras palavras, as comunidades geram capital social, ou seja, os relacionamentos advindos da relação que se estabelece neste espaço são decorrentes de normas e valores estabelecidos pelos próprios sujeitos que a compõem (COSTA, 2005). A metáfora da rede, segundo pondera Recuero (2009), é muito pertinente para representar o conceito de comunidade virtual. Isso porque, sob a perspectiva de um conjunto de nós representados por pessoas, a rede oferece o entendimento de algo dinâmico que se altera e se desenvolve a partir do movimento conectivo que as pessoas que a integram fazem entre si para alcançar o objetivo que as une.

A constituição de comunidades virtuais requer a organização intencional, o

desenvolvimento da confiança mútua entre os pares e a necessidade de uma comunicação/ interação que privilegie a reciprocidade nos relacionamentos ali existentes. Assim, a constituição de uma comunidade virtual deve ser intencionalmente organizada de forma a permitir que as ações desenvolvidas sejam concatenadas, imbricadas e inter-relacionadas, de modo a cumprir mais facilmente os interesses para a qual foi criada.

Uma das principais funções da comunidade virtual é proporcionar os recursos necessários e organizar os processos que permitirão que as pessoas, ao interagirem entre si, aprendam umas com as outras, considerando-se os temas e os interesses mútuos. Uma comunidade virtual se apresenta como uma maneira extremamente efetiva de promover o intercâmbio de informações, experiências e de conteúdos digitais, em que seu caráter colaborativo e acolhedor proporciona aos seus membros o ato de compartilharem entre si e aprenderem colaborativamente. Daí a importância de existir um modelo comunicacional para dar suporte às relações interpessoais que ocorrerão no palco virtual.

Neste sentido, as comunidades virtuais são opções extremamente coerentes para suportarem as relações ocorridas entre as pessoas nas redes de pesquisa da Embrapa. A introdução da lógica de comunidade virtual no âmbito das redes de pesquisa da Empresa é consequência do reconhecimento das necessidades de inovação e de tomada de consciência das limitações materiais e financeiras que se tem para reunir um conjunto de pessoas de domínios de conhecimentos distintos para discutir soluções de problemas comuns. Para Coll et al. (2010 p. 269), além das vantagens já discutidas, as comunidades virtuais são também espaços de promoção de aprendizagens. Os autores admitem que o próprio fato de as pessoas estarem interagindo entre si em uma comunidade virtual já pode resultar em um processo de aprendizagem decorrente dessa dinâmica. De fato, aprender é construir sentidos e significados a partir da interação e do diálogo polifônico produzido pela presença de várias vozes no discurso.

Entretanto, para que a comunidade virtual atinja seus objetivos atendendo também o de espaço de aprendizagem, torna-se necessário que haja planejamento simultâneo das ações de comunicação/interação e organização das informações, conhecimentos, experiências e conteúdos que serão intercambiados entre as pessoas durante o exercício do diálogo, de forma que a comunidade sirva para a construção de novos conhecimentos, significados e sentidos do que está sendo discutido.

De acordo com Van Der Linden (2011), é preciso eliminar ou então minimizar os problemas de caráter social (ansiedade das pessoas em realizar uma comunicação do tipo assíncrona ou das informações não estarem bem organizadas naquele espaço ou, ainda, da falta de habilidade delas em acessar as ferramentas disponíveis visando a interação). Também precisam ser encarados os problemas de caráter cognitivo (voltados para a aprendizagem), bem como os de caráter tecnológico (ausência de ferramentas tecnológicas apropriadas) que podem dificultar a participação das pessoas na comunidade virtual. Embora todos esses problemas comprometam a participação das

peças nas comunidades, contudo não impedem a interação, em especial se houver um planejamento voltado para a comunicação (modelo comunicacional) e para a organização das informações naquele espaço.

Observa-se que a comunidade virtual para as redes de pesquisa deve dar ênfase à aprendizagem assumindo-a como um processo decorrente da ação comunicacional/interacional mediada pelas tecnologias digitais. A comunidade é um elemento central que liga as pessoas que interagem, aprendem e constroem relações entre si de forma conjunta. Neste contexto, a comunidade é entendida como um espaço social que facilita a interação das pessoas porque traz para o centro do processo de aprendizagem a experiência e a vivência (WENGER, 2009).

A relação entre comunidade e aprendizagem é estreita à medida que a primeira serve como um elemento aglutinador da participação social, sendo esta a chave (ou uma das chaves) que abre as portas para inúmeras possibilidades de aprendizagem. Segundo Wenger et al. (2002), a aprendizagem não é apenas constitutiva da comunidade, mas também um produto dela. A aprendizagem é uma experiência advinda da participação das pessoas no interior da comunidade virtual; portanto, está atrelada a contextos sociais, marcadamente reconhecidos como fontes de significados e significações (OLIVEIRA; SANTOS, 2011). Pode-se dizer que a natureza da aprendizagem que ocorre na comunidade é de caráter relacional porque acontece entre o integrante, o objeto de conhecimento e o contexto em que sucede a aprendizagem.

Assim, é fundamental que as pessoas da comunidade participem e se engajem no projeto comunitário para construir novas aprendizagens. Entretanto, esta participação não é algo que pode ser ordenado/legislado, mas é possível pensar em modos de enriquecer a atmosfera da comunidade. Em especial, quando se pretende promover nela determinadas formas de participação que levem seus integrantes a construir coletivamente novas formas de pensar, fazer, exercitar e/ou entender o mundo que os cerca (FERNANDES et al., 2013).

De acordo com Wenger (1998), quando se cria uma comunidade virtual é necessário responsabilizar-se também pela edificação de uma infraestrutura de engajamento que envolve o desenvolvimento de ações de mutualidade, competência e continuidade. O desenvolvimento de ações de mutualidade inclui: a existência de elementos que facilitem as interações (espaços físicos, virtuais, comunicação e tempo para as pessoas discutirem); a existência de tarefas conjuntas definidas de forma colegiada (agendas comuns e transparentes, atividades coletivas e colaborativas etc.); e a existência de ações que permitam a participação de todos nos diferentes graus do processo de tomada de decisões acerca da comunidade.

A ação voltada para o incremento da competência nos integrantes da comunidade deve focar a prática como centro do processo de desenvolvimento. Neste sentido, é importante criar condições para que as pessoas tomem iniciativas de forma que estas

sejam visíveis e perceptivas para todos. Assim, coletiva e publicamente, exercitam suas habilidades e conhecimentos; partilham soluções para problemas comuns; discutem novas racionalidades; exercitam a capacidade analítica e crítica; constroem uma linguagem comum quanto a valores, crenças, regras e procedimentos de condutas; identificam estilos diversos de fazer as coisas; confrontam suas próprias lógicas com os dos seus pares etc.

A ação de continuidade se refere àquelas que fazem seus integrantes perceberem que a prática que exercitam no interior da comunidade é sustentada, ou seja, que eles próprios são os principais protagonistas desta sustentação. Assim, é importante desenvolver um programa de atividades sistemáticas para serem exercidas pelos integrantes da comunidade.

Há, segundo registra Wenger (1998), duas dimensões que precisam ser trabalhadas no interior das comunidades para dar aos seus integrantes a ideia de continuidade. A primeira é voltada para a construção e manutenção da história da prática dos integrantes. Nela deve-se permitir que: partilhem as informações acerca das atividades em curso na comunidade; documentem os modos como produzem as coisas nela; e discutam e elaborem representações sobre os resultados das discussões que fazem entre si. A segunda dimensão é voltada para a produção de memórias participativas junto aos integrantes da comunidade. Nesta dimensão deve-se fazer com que: participem da negociação sobre o modo como as histórias da comunidade devem ser contadas; e construam formas inovadoras para demonstrar o percurso de desenvolvimento que fizeram para crescer, evoluir e aprender.

Em suma, o núcleo central no qual circunscrevem as ações das comunidades virtuais é a participação, a interação e a comunicação que as pessoas desenvolvem para atingir o objetivo comunitário. Por ser este um processo de caráter social que está voltado para um tema específico e um interesse comum, desenvolvem-se também no âmbito das comunidades virtuais aprendizagens entre os seus integrantes. Entretanto, para que elas cumpram mais efetivamente este papel, é imprescindível estabelecer um planejamento pedagógico, tecnológico e de governança que priorize atividades fundamentadas nas práticas e nas ações de seus integrantes, de forma a criar e fortalecer neles a ideia de que são parceiros de aprendizagens e de que constroem conhecimento coletivo tendo como ponto de partida a interação que estabelecem naquele ambiente.

Assim, evidencia-se que os integrantes das comunidades são seres ativos e participativos que constroem o próprio processo de desenvolvimento, à medida em que entram em contato com as diversas situações que favorecem, incentivam e suscitam a edificação de novas aprendizagens. A Figura 1 apresenta as fases que precisam ser implementadas para viabilizar e manter as comunidades virtuais.

Fases	Características	Fases	Características
1) Fundação	<p>Refere-se ao conjunto de decisões relativas ao projeto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estrutura da comunidade,</li> <li>- Formas de participação e definição dos processos colaborativos,</li> <li>- Infraestrutura tecnológica,</li> <li>- Características e tipos de projeto de ambiente virtual (ferramentas, recursos necessários, definição de layout etc.).</li> </ul>	2) Indução	<p>Refere-se à implementação da comunidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Momento no qual o moderador promove o início das interações,</li> <li>- Divulgação e reconstrução das regras, definições e dinâmicas da comunidade,</li> <li>- Apresentação da forma e da extensão da participação/envolvimento esperado,</li> <li>- Identificação e socialização das expectativas dos participantes.</li> </ul>
3) Incubação	<p>Refere-se ao início, desenvolvimento e estímulo do processo de comunicação:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Moderador desenvolve ações que favorecem o aparecimento da voz dos participantes,</li> <li>- Criação de uma zona de afetividade, corresponsabilidade, codependência e colaboração.</li> </ul>	4) Aperfeiçoamento do desempenho	<p>Refere-se ao aperfeiçoamento do processo de comunicação:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Surgimento do trabalho efetivo entre os membros da comunidade para alcançar o objetivo comprometido.</li> </ul>
5) Implementação	<p>Refere-se à implementação (manutenção e gestão) da comunidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Criação de uma zona de interação social,</li> <li>- Criação do projeto de atividades de aprendizagem,</li> <li>- Acompanhamento do processo de participação por meio dos registros de atividades e interações.</li> </ul>	6) Fechamento ou mudança	<p>Refere-se ao momento de avaliação e fechamento do ciclo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Avaliação sobre o cumprimento da meta ou objetivo proposto,</li> <li>- Reflexão sobre a 'vida' da comunidade,</li> <li>- Possibilidade de mudanças para outros objetivos ou subcomunidades.</li> </ul>

Figura 1. Fases do ciclo de implantação da comunidade virtual

Fonte: Adaptado de Coll et al. (2010).

### 3 | METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa qualitativa teórico-conceitual, baseada na revisão de literatura. Dentre os tipos de revisão de literatura, optou-se pela revisão narrativa, que consiste na busca e análise crítica de trabalhos científicos com o objetivo de mapear o campo de estudo da pesquisa.

A revisão narrativa é um tipo de método de mapeamento que não exige um critério detalhado e específico para a seleção da fonte bibliográfica, permitindo também a construção de um panorama conceitual e teórico sobre o tema estudado (VOSGERAU; ROMANOWSKI, 2014). Sua importância e potência em estudos voltados para as organizações se deve à possibilidade que ele oferece de examinar uma multiplicidade e pluralidade de perspectivas e enfoques, ajudando o pesquisador a inferir indicadores que possam esclarecer e apontar alternativas para a solução de problemas (SOARES; MACIEL, 2000).

O método de revisão de literatura nesta pesquisa cumpriu dois propósitos: 1) contextualizar um dos principais problemas enfrentados hoje por instituições de PD&I como a Embrapa, que se refere à comunicação nas redes de pesquisa; 2) analisar as alternativas oferecidas pela literatura para tratá-lo coerente e adequadamente com vistas a ampliar as chances de a Empresa obter êxito quando da implementação das comunidades virtuais para suportar as relações nas suas redes de pesquisa.



## 4 | RESULTADOS

Partindo-se dos aportes conceituais e metodológicos registrados anteriormente, definiu-se dois pilares de sustentação para o modelo comunicacional a ser implementado nas comunidades virtuais das redes de pesquisa da Embrapa, conforme aponta a Figura 2. O primeiro pilar entende a organização como um espaço complexo de múltiplas relações que está sujeita a mudanças constantes. O segundo pilar assume que a comunicação é, por excelência, um processo de troca, interação e permuta que influencia as dinâmicas relacionais das empresas com o meio, permitindo que evoluam continuamente (CAMATTI, 2011).

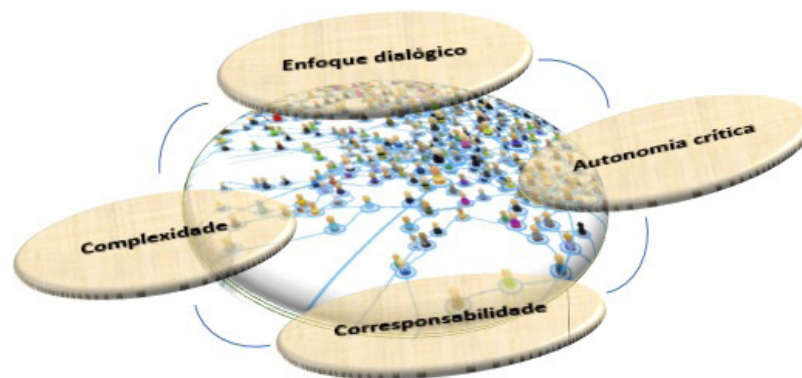


Figura 2- Princípios do processo comunicacional para as redes de pesquisas

Assim, autonomia crítica, enfoque dialógico, corresponsabilidade e dinâmica complexa são os quatro princípios que reúnem um conjunto de conceitos essenciais para sustentar um processo comunicacional sistêmico/relacional nas redes de pesquisa da Embrapa. Os quatro princípios estão imbricados uns aos outros, sinalizando para a necessidade de pensá-los de forma agregada e complementar. Representam os meta-fios enredados pelos indivíduos e pela Embrapa ao promoverem suas interações. A comunicação sistêmica é aberta, fluida, relacional, dinâmica, horizontal, integrada ao principal processo de negócio da Embrapa, que é o processo de PD&I e considera os indivíduos como seres relacionais que se interinfluenciam.

A autonomia crítica é um princípio que entende que os indivíduos, em uma relação sistêmica, são sujeitos ativos que constroem a si próprios e a realidade que os cerca, por meio das interações que estabelecem com outros indivíduos e seus contextos sociais e históricos. Um processo comunicacional autônomo é aquele que pode levar as redes de pesquisa a criar e fortalecer entre os indivíduos e as instituições um diálogo crítico, plural e flexível, capaz de construir novas racionalidades entre eles, gerando um pensamento independente, resultante das reflexões coletivas realizadas entre seus integrantes.

O princípio dialógico entende que o fruto do ato relacional ocorrido entre os indivíduos é a compreensão de um fenômeno a partir de uma lógica totalitária que sintetiza fundamentos

duais, complementares e antagônicos. Construir um processo comunicacional dialógico significa incentivar a diversidade de ideias, pensamentos, lógicas e racionalidades, em busca de uma unicidade totalitária que represente um salto qualitativo nas relações estabelecidas entre os elos da rede. Ao mesmo tempo em que o princípio dialógico promove descobertas e aprendizagens – construção, engendra também a possibilidade dos sujeitos promoverem a trans-formação. Ou seja, a comunicação encerra por si mesma um ato de compreensão e mudança da realidade, a partir do momento em que incentiva a busca pela unicidade de significações e sentidos para o conjunto de diversidade trazida pelos indivíduos e seus contextos.

Corresponsabilidade é um princípio advindo da lógica da reciprocidade e da interinfluência que os indivíduos exercem ao se relacionarem uns com os outros. Sinaliza que essas relações pessoais têm um caráter multifocal e recursivo – somos, simultaneamente, sujeitos ativos de nossa própria construção individual; e fonte manancial da construção dos outros sujeitos com quem nos relacionamos. Há, portanto, um vínculo que nos une e nos torna, ao mesmo tempo, corresponsáveis pela produção do todo e das partes que o integram. Nas redes de pesquisa, os atos relacionais são intencionalmente organizados para gerar ações concatenadas que se imbricam e se inter-relacionam, formando uma cadeia de respostas à sociedade, que, para ser representativa dos anseios sociais, deve refletir não apenas o dialogismo, a autonomia crítica e a complexidade tecida pelos integrantes da rede, mas, principalmente, a lógica de ações relacionais gerada pelas interinfluências que indivíduos e instituições exercem entre si.

O princípio da complexidade admite que os indivíduos são sujeitos pluri-relacionais que engendram simultaneamente uma singularidade e uma diversidade. Como indivíduos, somos únicos e distintos das demais espécies – tecemos vínculos, enredamos tramas sociais e construímos a história; e somos também os meios de sobrevivência a partir de uma ação consciente que usa a cultura, a linguagem e a cooperação e colaboração recíproca entre os outros indivíduos. No processo comunicacional das redes de pesquisa, o fundamento da complexidade é o que oferece as bases para se gerar entre os indivíduos e as instituições, as relações/vínculos de diversas naturezas (pessoal, profissional, institucional, cultural, ético, moral etc.), criando uma teia relacional integrada que fortalece o diálogo, a construção da autonomia crítica e a corresponsabilidade, pelo compromisso mútuo estabelecido entre os integrantes da rede com a transformação da realidade.

Propõe-se as seguintes diretrizes de implantação deste modelo comunicacional:

- Construir um projeto pedagógico ou instrucional para assegurar que a comunidade virtual atenda aos objetivos de promover a construção de novos conhecimentos, aprendizagens e compartilhamento de informações, experiências, saberes e saberes-fazer entre os seus participantes.
- Estabelecer de forma clara e objetiva os papéis e as responsabilidades necessárias para que a comunidade virtual cumpra seu objetivo no contexto das redes de pesquisa da Embrapa.

- Elaborar de forma coletiva e participativa as regras de participação social que permitirão aos participantes da comunidade virtual desenvolverem vínculos afetivos e profissionais visando a consolidação da confiança mútua entre as pessoas.
- Criar, durante as fases de indução, incubação e aperfeiçoamento de desempenho do ciclo de implantação da comunidade (Figura 1), diferentes áreas de colaboração em torno da temática central que motivou o surgimento da comunidade virtual nas quais os participantes possam atuar coletivamente para ampliar as chances de promoverem o desenvolvimento individual e coletivo.
- Acompanhar o desenvolvimento da comunidade virtual identificando as competências e os conhecimentos que são desenvolvidos a partir das interações construídas pelos participantes.
- Avaliar o desempenho da comunidade virtual em relação aos resultados da rede de pesquisa usando indicadores de eficiência e eficácia e tomando outras providências para a sua manutenção e/ou evolução.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As redes de pesquisa, assim como as demais, possuem dois elementos fundamentais: os atores – indivíduos, instituições e/ou grupos, denominados de nós ou nodos da rede; e as conexões – relações que os atores estabelecem entre si. Esses elementos se influenciam mutuamente no decorrer das inúmeras dinâmicas interacionais que se estabelecem intra e interinstitucionalmente, possibilitando uma riqueza de detalhes nas análises das relações ocorridas entre seus atores e no alcance dos seus resultados.

Como decorrência, torna-se possível às instituições de PD&I que atuam em redes de pesquisa estabelecerem políticas, diretrizes e estratégias comunicacionais, especialmente, que favoreçam a partilha e construção de novas significações; a maximização das oportunidades de promoção de inovação e soluções tecnológicas de caráter sistêmico; e o uso racional dos recursos tangíveis e intangíveis.

Nesse sentido, o artigo retrata os desafios teórico-conceituais da Embrapa diante da necessidade de estabelecer os elementos estruturantes para orientar o funcionamento de comunidades virtuais, baseadas em redes de pesquisa. Com base na análise e revisão da leitura, foi delineado um modelo comunicacional para as comunidades virtuais das redes de pesquisa da Embrapa, com o intuito de oferecer sustentação às relações que são tecidas entre os diversos atores que as integram. E dessa forma, privilegiar-se o caráter relacional e sistêmico das diversas perspectivas inerentes ao conceito de comunicação, para que se construa uma relação horizontal, dinâmica, participativa, bidirecional e não-hierarquizada da Empresa com seus diversos públicos.

Portanto, é dentro desta perspectiva racional que se torna possível edificar a comunidade virtual como um espaço de diálogo para as redes de pesquisa da Embrapa. O uso das tecnologias digitais como meios para a promoção desta prática, aliado aos

pressupostos conceituais de uma comunicação relacional e sistêmica como um processo que interage com a cultura organizacional, tende a fortalecer as relações de confiança entre os indivíduos e criar um diálogo afinado que favorece a produção de novos conhecimentos e aprendizagens e de resultados de pesquisa com alto valor para a sociedade.

O modelo comunicacional para comunidades virtuais em redes virtuais de pesquisa na Embrapa, delineado na forma de proposta neste artigo, deve ser entendido como uma contribuição inicial ao debate que se faz necessário à constituição efetiva de espaços voltados à convivência e ao compartilhamento de ideias, experiências, informações, conhecimentos e saberes.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. A.; NOGUEIRA, J. R. F. Memória, Cultura Popular e Tecnologias de Informação e Comunicação. In: CONFERENCE ON TECHNOLOGY, CULTURE AND MEMORY: STRATEGIES FOR PRESERVATION AND INFORMATION ACCESS, 2011, Recife. **Anais CTCM**. Recife: Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação - UFPE, 2011
- ARENDT, H. **A condição humana**. 10 ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2005.
- AXT, M. Comunidades virtuais de aprendizagem e interação dialógica: do corpo, do rosto e do olhar. **Filosofia Unisinos**, n. 7, set./dez. p. 256-268, 2006.
- BALDISERRA, R. Por uma compreensão da comunicação organizacional. In: SCROFERNEKER, C. M. A. (Org.). **O diálogo possível: comunicação organizacional e paradigma da complexidade**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008. p. 31-50.
- BASTOS, F. O. S.; LIMA, F. P.; NEIVA, R. C. S. A perspectiva relacional das redes sociais no contexto da comunicação organizacional. In: CONGRESSO BRASILEIRO CIENTÍFICO DE COMUNICAÇÃO ORGANIZACIONAL E RELAÇÕES PÚBLICAS, 5., 2011, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Abrapcorp, 2011. 14 p. Disponível em: <[http://www.abrapcorp.org.br/anais2011/trabalhos/trabalho\\_fernanda\\_fabia\\_rodrigo.pdf](http://www.abrapcorp.org.br/anais2011/trabalhos/trabalho_fernanda_fabia_rodrigo.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2017.
- CAMATTI, T. B. A comunicação organizacional na era da complexidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO CIENTÍFICO DE COMUNICAÇÃO ORGANIZACIONAL E RELAÇÕES PÚBLICAS, 4., 2010, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Abrapcorp, 2010. Disponível em: <[http://www.abrapcorp.org.br/anais2010/GT2/GT2\\_Tassiara.pdf](http://www.abrapcorp.org.br/anais2010/GT2/GT2_Tassiara.pdf)>. Acesso em: 26 mar. 2017.
- CAMATTI, T.B. Mapeamento como estratégia de construção da comunicação organizacional. In: CONGRESSO BRASILEIRO CIENTÍFICO DE COMUNICAÇÃO ORGANIZACIONAL E RELAÇÕES PÚBLICAS, 5., 2011, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Abrapcorp, 2011. 14 p. Disponível em: <[http://www.abrapcorp.org.br/anais2011/trabalhos/trabalho\\_tassiara.pdf](http://www.abrapcorp.org.br/anais2011/trabalhos/trabalho_tassiara.pdf)>. Acesso em: 24 mar. 2017.
- CARVALHO, J. S. **Redes e comunidades: ensino-aprendizagem pela Internet**. São Paulo: Editora e Livraria Instituto Paulo Freire, 2011.
- CARVALHO, H.; MOURA, C.; OLIVEIRA, M. Redes sociais corporativas: a possibilidade de geração de conteúdo pelo consumidor no ambiente virtual. ABRAPCORP 2010. In: CONGRESSO BRASILEIRO CIENTÍFICO DE COMUNICAÇÃO ORGANIZACIONAL E RELAÇÕES PÚBLICAS, 4., 2010, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Abrapcorp, 2010. Disponível em: <[http://www.abrapcorp.org.br/anais2010/GT3/GT3\\_Carvalho\\_et al.pdf](http://www.abrapcorp.org.br/anais2010/GT3/GT3_Carvalho_et al.pdf)>. Acesso em: 25 mar. 2017.

CASTRO, C. H. S. Comunidade virtual de aprendizagem situacional e estendida: conceitos que emergem a partir da análise da efemeridade das relações. **Hipertextus Revista Digital**, n. 7, dez. 2011. Disponível em: <<http://www.hipertextus.net/volume7/07-Hipertextus-Vol7-Carlos-Henrique-Silva-de-Castro.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2017.

CHAMUSCA, M.; CARVALHAL, M. Relações públicas e mobilidade no contexto da cidade contemporânea. In: CONGRESSO BRASILEIRO CIENTÍFICO DE COMUNICAÇÃO ORGANIZACIONAL E RELAÇÕES PÚBLICAS, 5., 2011, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Abrapcorp, 2011. 18 p. Disponível em: <<http://www.intercom.org.br/papers/nacionais/2011/resumos/R6-2301-1.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2017.

COLL, C.; BUSTOS, A.; ENGEL, A. As comunidades virtuais de aprendizagem. In: COLL, C.; MONEREO, C. (Org.). **Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e comunicação**. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 268-286.

COSTA, R. Por um novo conceito de comunidade: redes sociais, comunidades pessoais, inteligência coletiva. **Interface – Comunic., Saúde, Educ.**, v. 9, n. 17, p. 235-248, mar./ago. 2005.

DUARTE, F.; FIRMINO, R. Da Coisa ao objeto, do artefato à tecnologia ubíqua, **ComCiência: Revista Eletrônica de Jornalismo Científico**, Campinas, p. 01-02, 10 set. 2011. Disponível em: <[https://www.academia.edu/978000/Da\\_coisa\\_ao\\_objeto\\_do\\_artefato\\_%C3%A0\\_tecnologia\\_ub%C3%ADqua](https://www.academia.edu/978000/Da_coisa_ao_objeto_do_artefato_%C3%A0_tecnologia_ub%C3%ADqua)>. Acesso em: 26 mar. 2017.

FERNANDES, E.; SANTOS, A.; LOPES, C.; FERMÉ, E.; MATOS, J. F.; GASPAR, L.; SANTOS, M.; ABRANTES, P.; MARTINS, S. **Aprender matemática e informática com robôs**. Ilha da Madeira: Universidade da Madeira, 2013. Disponível em: <[http://www.cee.uma.pt/droide2/ebook/ebook\\_vf.pdf](http://www.cee.uma.pt/droide2/ebook/ebook_vf.pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2017.

KALINA, E.; KOVADOLOFF, S. **As ciladas das cidades**. São Paulo: Brasiliense, 1978.

MAIA, R. C. M.; FRANÇA, V. V. A Comunidade e a conformação de uma abordagem comunicacional dos fenômenos. In: LOPES, M. I. V. (Org.). **Epistemologia da Comunicação**. São Paulo: Loyola, 2003. p. 187-203.

MARTELETO, R. M. Redes sociais, mediação e apropriação de informação: situando campo, objetos e conceitos na pesquisa em ciência da informação. **Pesquisa brasileira em Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 3, n. 1, p. 27-46, jan./dez. 2010. Disponível em: <<http://inseer.ibict.br/ancib/index.php/tpbci/article/view/26/56>>. Acesso em: 26 mar. 2017.

MUSSO, P. A Filosofia da rede. In: PARENTE, A. (Org.). **Tramas da rede: novas dimensões filosóficas, estéticas e políticas de comunicação**. Porto Alegre: Sulina, 2004. p. 17-38. Disponível em: <[https://www.4shared.com/get/48v7xDdo/musso\\_pierre\\_-\\_a\\_filosofia\\_da\\_.html?simpleLogin=true&startDownload=true#\\_=\\_](https://www.4shared.com/get/48v7xDdo/musso_pierre_-_a_filosofia_da_.html?simpleLogin=true&startDownload=true#_=_)>. Acesso em: 25 mar. 2017.

NEIROTTI, N.; POGGI, M. **Alianças e inovações em projetos de desenvolvimento educacional local**. Brasília, DF: IIEP – International Institute for Educational Planning; UNESCO, 2005.

OLIVEIRA, R. G.; SANTOS, V. M. Inserção inicial do futuro professor na profissão docente: contribuições do estágio curricular supervisionado na condição de contexto de aprendizagem situada. **Educ. Matem. Pesq.**, São Paulo, v. 13, n. 1., p. 35-49, 2011.

PARENTE, A. Pensar a rede. Do livro às redes de comunicação., **Revista Brasileira de Ciências da Comunicação**, v. 23, n. 1, p. 167-174, jan./jun. 2000. Disponível em: <<http://documentslide.com/documents/pensar-em-rede-do-livro-as-redes-de-comunicacao.html>>. Acesso em: 25 mar. 2017.

RECUERO, R. **Redes sociais na internet**. Porto Alegre: Sulina, 2009. Disponível em: <<http://www.ichca.ufal.br/graduacao/biblioteconomia/v1/wp-content/uploads/redessociaisnainternetrecuero.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2017.

RHEINGOLD, H. **La comunidade virtual**: una sociedad sin fronteras. Barcelona: Gedisa Editorial, 1995.

SOARES, M. B.; MACIEL, F. P. **Alfabetização**. Brasília, DF: MEC; Inep; Comped, 2000. (Estado do Conhecimento, n. 1). Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me000084.pdf>>. Acesso: 30 mar. 2017.

SOUZA, M. I. F.; TORRES, T. Z.; AMARAL, S. F. do. Bibliotecas digitais e dispositivos móveis: acesso a novos espaços de aprendizagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIBLIOTECONOMIA, DOCUMENTAÇÃO E CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 24., 2011, Maceió, AL. **Sistemas de informação, multiculturalidade e inclusão social**: anais. Maceió: UFAL, 2011. [Não paginado].

SPUDEIT, D. F. A. O. C. O fenômeno social das redes de informação: reflexão teórica. **Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina**, Florianópolis, v. 15, n.1, p. 87-100, jan./jun. 2010. Disponível em: <<https://revista.acbsc.org.br/racb/article/view/709>>. Acesso em: 27 mar. 2017.

STORCH, L. W.; COZAC, J. R. **Relações virtuais**: o lado humano da comunicação eletrônica. Rio de Janeiro: Vozes, 1995.

TORRES, T. Z.; PIEROZZI JUNIOR, I.; PEREIRA, N. R.; CASTRO, A. Knowledge management and communication in Brazilian agricultural research: an integrated procedural approach. **International Journal of Information Management**, v. 31, p. 121-127, 2011.

VAN DER LINDEN, M. M. G. Comunidades virtuais de aprendizagem. In: DINIZ, E. C.; VAN DER LINDEN, M. M. G.; FERNANDES, T. A. (Org.). **Educação a Distância**: coletânea de textos para subsidiar a docência *online*. João Pessoa: UFPB, 2011. p. 141-148.

VOSGERAU, D. S. R.; ROMANOWSKI, J. P. Estudos de revisão: implicações conceituais e metodológicas. **Rev. Diálogo Educ.**, Curitiba, v. 14, n. 41, p. 165-189, jan./abr. 2014. Disponível em: <<http://www2.pucpr.br/reol/pb/index.php/dialogo?dd1=12623&dd99=view&dd98=pb>>. Acesso em: 30 mar. 2017.

WEISSBERG, J.-L. Paradoxos da teleinformática. In: PARENTE, A. (Org.). **Tramas da Rede**. Porto Alegre: Sulina, 2004. p. 113-141.

WELLMAN, B. An electronic group virtually a social network. In: KIESLER, S. (Org.). **Culture of Internet**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1997. p. 179-205.

WENGER, E. Capacidade social de aprendizagem. quatro ensaios sobre inovação e aprendizagem em sistemas sociais. In: INOVAÇÃO social. Lisboa: Gabinete de Estratégia e Planeamento, 2009. p. 63-89. Disponível em: <<http://wenger-trayner.com/wp-content/uploads/2011/12/09-04-17-Etienne-Wenger-PT.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2017.

WENGER, E. **Communities of practice**: learning, meaning and identity. Cambridge, MA: Cambridge University Press, 1998.

WENGER, E.; MCDERMOTT, R.; SNYDER, W. **Cultivating communities of practice**. Boston, MA: Harvard Business School Press, 2002.



## CONDIÇÕES ABIÓTICAS E BIÓTICAS NA PRODUÇÃO DE ÓLEO E PROTEÍNA

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 05/06/2020

**Juan Saavedra del Aguila**

Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA),  
Campus Dom Pedrito  
Dom Pedrito - RS

<http://lattes.cnpq.br/7982283028426982>

**Lília Sichmann Heiffig-del Aguila**

Embrapa Clima Temperado  
Pelotas - RS

<http://lattes.cnpq.br/9268717260815217>

**RESUMO:** Tão somente a genética intrínseca às culturas oleaginosas é a única responsável pela alta variabilidade de teores de óleo e proteína nas diferentes cultivares ao redor do mundo? Ou, fatores como: influência climática da época de semeadura, suprimento de Enxofre (S) e, influência da calagem e da adubação, são tão importantes como os fatores genéticos? E os fatores Bióticos? Neste sentido, o objetivo do presente trabalho é realizar uma ampla revisão bibliográfica sobre a influência de algumas condições ambientais e bióticas na produção de óleo e proteína na canola, girassol e amendoim. Pode-se verificar a relação existente entre o ambiente e os teores de óleo e proteína

nestas culturas. Dependendo das condições ambientais esta inter-relação pode ser positiva ou negativa nestas culturas.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Brassica napus* (L.), *Helianthus annuus* L., *Arachis hypogaea* L., Ecofisiologia Vegetal.

### ABIOTIC AND BIOTIC CONDITIONS IN THE PRODUCTION OF OIL AND PROTEIN

**ABSTRACT:** Is the genetic intrinsic to oilseed crops exclusively responsible for the high variability of oil and protein contents in different cultivars around the world? Or, factors such as: climatic influence at the time of sowing, sulfur supply (S) and, influence of liming and fertilization, are as important as genetic factors? And the Biotic factors? In this sense, the objective of the present work is to carry out a wide bibliographic review on the influence of some environmental and biotic conditions in the production of oil and protein in canola, sunflower and peanuts. One can verify the relationship between the environment and the oil and protein levels in these cultures. Depending on the environmental conditions, this interrelation can be positive or negative in these cultures.

**KEYWORDS:** *Brassica napus* (L.), *Helianthus annuus* L., *Arachis hypogaea* L., Plant

## 1 | INTRODUÇÃO

Em um passado geológico longínquo, as primeiras plantas evoluíram em um espaço físico onde estavam presentes água, ar e rocha. Mais tarde formou-se, com colaboração de microrganismos e animais, o mais importante substrato para as plantas: o solo. A hidrosfera, a atmosfera e a litosfera constituem o espaço ocupado pelas plantas. Entretanto, o meio ambiente das plantas é mais do que isso. Inclui também todos os fatores físicos e químicos e toda a influência dos seres vivos coexistentes que propiciam ou prejudicam o desenvolvimento vegetal. O ambiente é, portanto, todo o conjunto de condições externas que atuam sobre o ser vivo ou sobre a comunidade de organismos (biocenose) em seu biótipo (LARCHER, 2004).

Muitas plantas são aproveitadas na extração de óleos, sendo que os mais importantes são a soja, o algodão, o milho, o girassol, a oliva, o coco, a palma, a canola, além de outros (FARIA, 2001). Marschalek (1995) afirma que os teores de óleo e proteína são determinados geneticamente, porém com certa influência ambiental.

Dentro das plantas oleaginosas, temos a canola, uma cultura com grande potencial socioeconômico, visto que tem alto valor agregado, com o valor dos grãos próximo aquele da cultura da soja. Porém, seu cultivo ainda é pouco expressivo, tendo grande possibilidade de crescimento, principalmente em sistema de rotação de culturas no inverno intercalado com culturas de verão, pois não compete com as culturas principais, como a soja, o arroz e o milho, tornando-se uma opção de renda no outono/inverno para os produtores, otimizando a mão-de-obra, a utilização do solo e do parque de máquinas nas propriedades (TARTAGLIA, 2016).

Outra oleaginosa importante, o girassol, é originário de regiões de clima temperado, e tem exigências térmicas moderadas, intermediárias entre as dos cereais de outono/inverno e os de primavera/verão. Isto determina a possibilidade de difundirem-se por áreas adaptadas a ambos os tipos de culturas (CASTRO et al., 2008).

Também, o amendoineiro, é uma cultura oleaginosa que pode se estabelecer em regiões tropicais, sub-tropicais ou até temperadas, desde que disponha de verão quente, porém, não demasiadamente úmido. As condições mais favoráveis para esta cultura são aquelas que apresentam uma estação definida quente, bem ensolarada e moderadamente chuvosa (CASTRO et al., 2008).

Pelo exposto, objetivou-se realizar no presente trabalho, uma ampla e minuciosa revisão bibliográfica sobre a influência das condições ambientais e de fatores bióticos na produção de óleo e proteína nas culturas da canola, girassol e amendoim.

## 2 | LIPÍDIOS

Os lipídios formam um grande grupo de compostos, que incluem gorduras, óleos, ceras, esteroides e várias resinas. Desempenham funções diversas na natureza, dentro das quais temos: o armazenamento de energia, em que o catabolismo das gorduras e dos óleos proporciona a maior parte das necessidades energéticas para muitos tipos de organismos; e, a principal função dos lipídios que é a formação de componentes estruturais das membranas (BROWN, 2018).

## 3 | PROTEÍNA

A palavra proteína (do grego *protos*, “primeiro”, “primário” ou “principal”) foi proposta em 1828 por J.G. Mulder, químico holandês, para designar “a mais importante das substâncias da matéria, sem as quais a vida não seria possível em nosso planeta”. Estudos posteriores demonstraram que as proteínas são macromoléculas constituídas total ou predominantemente de aminoácidos (suas unidades estruturais ou blocos de construção) e cuja estrutura e função só podem ser compreendidas com o conhecimento da natureza química e do comportamento destes em ambiente fisiológico (SANCHES et al., 2012; KERBAUY, 2019).

## 4 | IMPORTÂNCIA DOS CULTIVOS DA CANOLA, GIRASSOL E AMENDOIM

A canola é a terceira oleaginosa mais produzida no mundo. No Brasil, cultiva-se apenas canola de primavera, da espécie *Brassica napus* L. var. *oleifera*, que foi desenvolvida a partir do melhoramento genético convencional de colza, grão que apresentava teores mais elevados de ácido erúico e de glucosinolatos. Os grãos produzidos no Brasil têm apresentado em torno de 38% de óleo. O farelo de canola possui 34 a 38% de proteínas, constituindo um excelente suplemento proteico na formulação de rações para bovinos, suínos, ovinos e aves. Além disso, médicos e nutricionistas indicam o óleo de canola como alimento funcional para pessoas interessadas em dietas saudáveis, em razão da excelente composição de ácidos graxos (TOMM, 2005).

O girassol, juntamente com a soja e a canola, são as principais culturas anuais produtoras de óleo comestível do mundo. O girassol possibilita uma rotação/sucessão diversificada do sistema de produção de grãos, destacando-se o fato de a cultura ser interessante opção, técnica e econômica, pela diversificação de uso, pois pode ser utilizada na alimentação humana e animal, como planta ornamental e para a produção de biocombustível (OLIVEIRA et al., 2007).

O girassol pertence à família *Asteraceae* e espécie *Helianthus annuus* L, sendo originário do México. O gênero deriva do grego *helios*, que significa sol, e de *anthus*, que

significa flor, ou “flor do sol”, sendo, portanto, uma referência à característica da planta de girar sua inflorescência, seguindo o movimento do sol. A cultura do girassol pode oferecer alternativas no contexto da agricultura de energia associada com a agricultura de alimentos, pois a sua expansão contribuirá para aumentar a oferta global de óleos comestíveis, e um óleo de excelente qualidade nutricional e funcional, pois apresenta alta concentração de ácidos graxos poliinsaturados, o que previne doenças cardiovasculares, além da presença de compostos fenólicos e tocoferóis. Desta forma, a oferta global de óleos irá direcionar aqueles a serem usados no mercado para agroenergia ou para alimentação (OLIVEIRA et al., 2007).

A cultura do amendoim é a quarta oleaginosa mais cultivada no mundo, é plantada em larga escala nos continentes americanos, africano e asiático. O plantio é realizado visando à produção de grãos, óleo, farelo entre outros (FERRARI NETO et al., 2012).

O amendoim, é cultivado em regiões tropicais na ampla faixa de latitude compreendida entre 30° N e S e em países temperados como os Estados Unidos, onde há elevado nível tecnológico. As necessidades climáticas variam em função da fase de desenvolvimento da cultura. As plantas apresentam hábito indeterminado de crescimento, ocorrendo concomitantemente o desenvolvimento vegetativo e o reprodutivo. A partir do florescimento, a demanda nutricional e por condições ambientais favoráveis é elevada, pois muitos eventos estão ocorrendo na planta, tais como: produção de folhas, flores, raízes e ginóforos, penetração dos ginóforos no solo e desenvolvimento das vagens. Deve-se buscar atender às necessidades, tanto as climáticas quanto as nutricionais, durante o ciclo da cultura. Contudo, a partir do início do florescimento, a cultura do amendoim apresenta elevada demanda nutricional e, para atingir elevadas produtividades, é necessário que as condições ambientais, o fornecimento de nutrientes e o manejo sejam adequados. Temperaturas diurnas de 35°C e noturnas de 25°C são as ideais nesse período, assim como a exigência hídrica, que é máxima nas fases de florescimento e frutificação. A planta não sofre influência do fotoperíodo e a luz não é fator limitante. Um dos fatores primordiais para que as necessidades climáticas da planta sejam atendidas durante o ciclo é a época de semeadura (FERRARI NETO et al., 2012).

## **5 | CANOLA (*Brassica napus* L.)**

Frick et al. (1994) e Helms e Orf (1998) em pesquisa com canola, concluíram que um aumento no conteúdo de óleo na semente foi acompanhado por uma diminuição no teor de proteína da mesma.

### **5.1 Influência climática e da época de semeadura**

Si e Walton (2004) estudaram a determinação de concentração de óleo e rendimento de semente em óleo de canola e mostarda da Índia nas áreas chuvosas mais baixas de

Austrália Ocidental; e concluíram que nesta região, onde a temperatura é crescente na época de instalação da cultura e há ocorrência de períodos de secas no final do ciclo da cultura, os efeitos são prejudiciais sobre a concentração de óleo na semente e a produtividade da mesma.

Ici Semillas (1991) sugere, como recomendação geral de época de semeadura, evitar que geadas severas atinjam as plântulas do estágio cotiledonar ao primeiro par de folhas verdadeiras; observando que semeaduras tardias tendem a encurtar o ciclo, diminuindo o rendimento de grãos e a porcentagem de óleo.

Sang et al. (1986) investigaram o efeito da data de semeadura sobre o teor de óleo e a qualidade do farelo de canola (cultivar Marnoo) na Austrália, e concluíram que o teor de óleo decresce com o retardamento da semeadura, mas, a data de semeadura não teve efeito significativo na proporção de ácido erúxico. Entretanto, semeaduras tardias incrementaram o teor de glucosinolatos do farelo, sendo que aquelas realizadas em julho a setembro excederam os padrões de canola.

## 5.2 Influência do suprimento de enxofre

Segundo Malavolta et al. (1984), a canola é uma planta reconhecidamente exigente em enxofre, como outras brássicas, sendo que aproximadamente 100 kg ha<sup>-1</sup> de enxofre são absorvidos e, na planta, as sementes apresentam, em geral, maior teor de enxofre, com exportação de cerca de 40% do total absorvido. Além de aumentar a produção, o enxofre pode aumentar o teor de óleo das sementes de canola.

## 6 | GIRASSOL (*Helianthus annuus* L.)

O Girassol ocupa uma posição de destaque entre as culturas oleaginosas, sendo a quarta fonte de óleo vegetal mais consumida no mundo. Apresenta, ainda, juntamente com a canola, as maiores taxas de incremento em produção de óleo para o consumo humano, respondendo por uma produção de cerca de 22 milhões de toneladas/ano. Além de possuir um elevado teor de óleo nas sementes (42% a 52%), apresenta excelentes qualidades físico-químicas e nutricionais, sendo considerado um óleo “nobre” (Sanzonowicz e Amabile, 2004).

Para o cultivo do girassol no Cerrado é necessário conhecer as suas exigências nutricionais e manejar adequadamente a fertilidade do solo por meio de adubação que representa 40% do custo da lavoura. Entre os principais nutrientes, o nitrogênio é um dos mais importantes para o desenvolvimento e produção das plantas, pois afeta o crescimento da planta, produção de grãos, tamanho dos aquênios, teor de óleo e proteína (Sanzonowicz e Amabile, 2004).

Em trabalho desenvolvido em casa de vegetação, Castro (1999) teve por objetivo estudar o efeito da interação entre doses de boro aplicadas ao solo e fases de aplicação

de estresse hídrico na produção e nutrição do girassol. As doses de boro foram: 0,0; 0,25; 0,5 e 2,0 mg kg POT<sup>-1</sup> de B, na forma de ácido bórico. As fases de controle de umidade foram: sem estresse hídrico durante o ciclo (SEM); com estresse hídrico durante o ciclo (COM), estresse hídrico a partir do início de florescimento (IFL) e estresse hídrico a partir do início de enchimento de aquênios (IEA). A saturação por bases foi corrigida para 60%, aplicando-se em todos os tratamentos N, P, K, Ca, Mg e S, e os micronutrientes Zn, Fe, Cu, Mn e Mo. As doses de boro apresentaram efeito positivo sobre todos os parâmetros de produção avaliados, bem como no teor de boro das folhas e do solo, em todas as fases de aplicação do estresse hídrico, enquanto estas influenciaram distintamente todos os parâmetros estudados. As plantas do tratamento SEM proporcionaram os maiores componentes de produção. O estresse hídrico nos tratamentos COM, IFL e IEA, afetou negativamente a produção de matéria seca da parte aérea e da raiz, a produção e o número de aquênios, o peso de 1000 aquênios e o rendimento de óleo. As plantas do tratamento COM apresentaram os maiores teores de nutrientes no tecido foliar; entretanto, em função do menor desenvolvimento das mesmas houve menor acúmulo de nutrientes e obtidos os menores componentes de produção.

## 7 | AMENDOIM (*Arachis hypogaea* L.)

A produção brasileira de amendoim em casca é de aproximadamente 150 mil toneladas anuais e o estado de São Paulo destaca-se como o maior produtor.

### 7.3 Influência da calagem e da adubação

Carpi (1995) utilizou grãos de amendoim provenientes de plantas submetidas a quatro níveis de cálcio, aplicados em duas épocas e de dois modos, em duas áreas, uma com calagem e outra sem calagem. O cultivo foi feito no período das águas e nas mesmas áreas, em seguida, foi realizado o cultivo do período da seca sem a readição de quaisquer tratamentos. O trabalho teve por finalidade avaliar os tratamentos na qualidade dos grãos do amendoim, através da determinação dos teores de óleo, proteína, aflatoxina e grau de umidade e na qualidade do óleo, através dos índices de acidez, iodo e exame espectrofotométrico sob luz ultravioleta, no período inicial e dos seis meses de armazenamento dos grãos com casca. Os grãos do período da seca apresentaram maior teor de óleo e os do período das águas, maior teor de proteína, onde também três dos tratamentos estavam contaminados com a aflatoxina. De modo geral, o óleo do cultivo da seca teve melhor qualidade que o óleo do cultivo das águas. A aplicação do cálcio na forma de gesso em cobertura em área total e no florescimento promoveu a formação de óleo de melhor qualidade. Os tratamentos que receberam cálcio na forma de gesso, em geral, foram melhores que os que não receberam e, quanto maior a dose de gesso



utilizada, melhor o efeito na qualidade do óleo para as aplicações durante a semeadura ou quando em área total.

Venkata Rao e Govinda Rajan (1960) relataram que a produção de óleo de amendoim por unidade de área foi maior nos tratamentos com calcário e superfosfato, pois estes contribuíram para o aumento da produção e enchimento das vagens. Também, Rocha et al. (1965) relataram que a aplicação de calcário e de superfosfato simples proporcionou aumentos nítidos no teor de óleo dos grãos de amendoim. Como o superfosfato simples contém fosfato monocálcico e sulfato de cálcio, é muito provável que, nas parcelas sem cálcio, o adubo tenha representado o duplo papel de fornecer fósforo e cálcio.

Em contrapartida, Sankaran et al. (1977), obtiveram resultados em que o cálcio não teve efeito sobre o teor de óleo e de proteína do amendoim. Também, Abdel-Wahab et al. (1986) não detectaram efeito do cálcio sobre o teor de óleo do amendoim.

Segundo Sellescop (1973), o cálcio é importante na formação do óleo apesar de não fazer parte deste. Arjunan e Gopalakrishnan (1980) realizaram um experimento com amendoim combinando diferentes níveis de cálcio (na forma de gesso) e sódio (na forma de NaCl). A análise dos dados obtidos mostrou que o teor de óleo variou de 45,69 a 50,13%. O sódio complementado com 40 kg ha<sup>-1</sup> de cálcio mostrou pequena variação no teor de óleo (1,14%) quando comparado com o tratamento sem adição de cálcio (3,01%). O trabalho sugeriu a importância do balanço catiônico no ambiente de frutificação, para o melhor desenvolvimento, associado ao maior teor de óleo do amendoim.

Segundo Rajan et al. (1984), o aumento no nível de potássio, aumenta o rendimento de óleo em amendoim. A adição de cálcio, suplementando a aplicação de potássio, aumentou a produção de óleo, enquanto que o magnésio não teve efeito benéfico. O menor rendimento de óleo foi obtido na fertilização só com nitrogênio e fósforo. Este estudo revelou que em solos arenosos com conteúdo médio de fósforo e potássio disponíveis, e com alto teor de cálcio e magnésio, a suplementação de potássio e cálcio, para o amendoim irrigado, na taxa 2:1 (80 kg K ha<sup>-1</sup>, 40 kg Ca ha<sup>-1</sup>), aumenta o conteúdo (%) e o rendimento (kg ha<sup>-1</sup>) de óleo.

De acordo com Pal e Laloraya (1973), baixos níveis de cálcio causaram acúmulo de aminoácidos e amido em plantas de amendoim. Entretanto o efeito variou de colheita para colheita e diferentes aminoácidos acumularam-se nas diversas partes da planta. Em geral o conteúdo dos aminoácidos foi mais baixo sob altos níveis de cálcio, quando comparados a plantas controle.

Devarajan e Kothandaraman (1981) estudaram os efeitos de P, K em solos vermelhos calcário e não calcário na qualidade do amendoim. Os autores observaram que, com a aplicação de P e K, o maior teor de proteína ocorreu no solo calcário, porém o maior valor de teor de óleo foi encontrado no solo não calcário. Os índices de iodo, saponificação e acidez foram mais elevados no óleo proveniente dos tratamentos em solos calcários.

Blamey e Chapman (1982) estudaram os efeitos do cálcio no amendoim e verificaram

que a aplicação de calcário, a taxas acima de 2.400 kg ha<sup>-1</sup>, aumentou a produção de grãos, a porcentagem de vagens e de vagens maduras, o volume de cem sementes e a concentração de proteína nas mesmas, diminuindo a incidência de vagens chochas e de grãos com plúmula negra.

Badiger et al. (1982) relataram que houve correlação positiva entre os teores de proteína bruta, cistina e metionina e o tratamento com enxofre, potássio e cálcio. A dose de 5 ppm de potássio aumentou o rendimento de óleo significativamente quando combinada com cálcio, enxofre ou os dois juntos.

Naphade e Wankhade (1988), em experimento com amendoim em solo contendo 17 kg de enxofre ha<sup>-1</sup>, a aplicação de 60 kg de enxofre ha<sup>-1</sup> como sulfato de cálcio aumentou o teor de proteína da semente de 22,31% para 28,96% e de óleo de 48,82% para 51,97%.

Segundo Swani e Reddy (1983), houve influência das doses de gesso na qualidade dos grãos de amendoim. O maior teor de óleo, de 51,8%, foi encontrado no tratamento com 1.000 kg de gesso ha<sup>-1</sup>, 0,2% de boro e 0 ppm de ácido naftaleno acético, enquanto que o teor de óleo da testemunha foi de 46,5%. Quanto ao teor de proteína, os melhores tratamentos (39,13% e 39,69%) foram 1.000 kg de gesso ha<sup>-1</sup>, 0% de boro e 20 ppm de ácido naftaleno acético e 0 kg de gesso ha<sup>-1</sup>, 0,2% de boro e 60 ppm de ácido naftaleno acético, respectivamente, enquanto o teor de proteína da testemunha foi de 28,69%.

Survase et al. (1986) relataram que o conteúdo de óleo aumentou de 44,71%, no controle, para 47,61%, com a aplicação de esterco de curral e enxofre, e o conteúdo de proteína aumentou de 24,46% para 27,24%, com o uso de esterco de curral, cálcio e enxofre. Thirumalaisamy et al. (1986) aplicaram 22 kg de enxofre ha<sup>-1</sup> em pó ou uma quantidade equivalente na forma de gesso, sulfato de potássio, sulfato de magnésio ou sulfato de amônio em solo contendo 20-40 ppm de enxofre. Houve aumento dos teores de carboidrato, proteína e óleo nas sementes de amendoim e o enxofre em pó foi o mais efetivo dos tratamentos.

De acordo com Inanaga et al. (1988), grãos de amendoim provenientes de tratamentos com deficiência de cálcio apresentaram um menor conteúdo de lipídios e um aumento no conteúdo de açúcar. O conteúdo de amido dos grãos diminuiu com a deficiência de potássio. Os autores citam que, em outro estudo, a deficiência de cálcio na zona de frutificação, no estágio de maturação, diminuiu a biossíntese de lipídios em grãos de amendoim.

## 8 | ALGUMAS INFLUÊNCIAS DO AMBIENTE BIÓTICO NO ÓLEO E NA PROTEÍNA

### 8.1 Canola

Buntin et al. (1995), estudando os danos causados pelo coleóptero adulto *Ceutorhynchus assimilis*, principal praga de canola na Europa e Estados Unidos, que

ocorrem em síliquis e sementes de canola, observaram que houve redução de: peso seco de sementes de 16,2%, de conteúdo de óleo da semente de 2,2% e da germinação das sementes de 40,5%, em média; incrementando ainda a proporção de sementes germinadas com crescimento anormal e reduzindo a emergência de sementes em campo.

## 8.2 Amendoim

Aumentos adicionais da rentabilidade, visando tornar a cultura do amendoim mais competitiva na região do estado de São Paulo, estão também limitados pelas condições favoráveis de ambiente para a ocorrência de pragas e doenças, o que requer um controle químico que sobrecarrega o custo da produção (CATI, 1997).

O amendoim é atacado por inúmeras pragas que causam danos desde alimentação acidental até total destruição da planta e perdas de produção (GABRIEL et al., 1999).

De acordo com os danos causados por *Enneothrips flavens* (tripes) à parte aérea da cultura, estes induzem à redução do peso do amendoim em casca, número de vagens, peso das sementes e teor de óleo e proteína das mesmas. Segundo Scarpellini e Nakamura (2002), Calcagnolo et al. (1974) verificaram aumento de produção da ordem de 64 a 120% com o controle da praga.

## 9 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todo vegetal tem um ótimo de ambiente no qual se desenvolve melhor, este deve ser procurado, para poder chegar o mais perto possível do máximo biológico que cada planta tem. Quando não se tem um ambiente ideal, devem ser adotadas práticas de manejo que compensem na medida do possível esta desvantagem. Pode-se verificar a relação existente entre o ambiente e os teores de óleo e proteína na canola, girassol e amendoim. Dependendo das condições ambientais esta inter-relação pode ser positiva ou negativa para as características anteriormente descritas; algumas influências de fatores bióticos nestas culturas, também foram observadas nas variáveis respostas estudadas (teores de óleo e proteína).

## REFERÊNCIAS

ABDEL-WAHAB, A.M.; YAKOUT, G.M.; MOHAMED, A.A.; ABD-EL-MOTALEB, H.M. **Effect of different levels of nitrogen, phosphorus, potassium, and calcium on peanut.** Egyptian Journal of Agronomy, Cairo, v.11, n.1/2, p.79-92, 1986.

ARJUNAN, A.; GOPALAKRISHAN, S. **Note on oil content of groundnut as influenced by calcium sodium interaction.** Madras Agricultural Journal, Coimbatore, v.67, n. 7, p.467-469, 1980.

BADIGER, M.K.; REDDY, N.P.S; MICHAEL, R.; SHIVARAJ, B. **Influence of fertilizer potassium, sulphur and calcium on the yield and quality attributes of groundnut (*Arachis hypogaea* L.).** Journal of the Indian Society of Soil Science, New Delhi, v.30, n.2, p.166-169, 1982.

BLAMEY, F.P.C.; CHAPMAN, J. **Soil amelioration effects on peanut growth, yield and quality**. Plant and soil, Netherlands, v.65, n.3, p.319-334, 1982.

BROWN, T.A. **Bioquímica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.

BUNTIN, G.D.; McCAFFREY, J.P.; RAYMER, P.L. **Quality and germination of rapeseed and canola seed damaged by adult cabbage seedpod weevil, *Ceutorhynchus assimilis* (Paykull) (Coleoptera: Curculionidea)**. Canadian Journal of Plant Science, Ottawa, v.75, p.539-541, 1995.

CALCAGNOLO, G.; RENSI, A.A.; GALLO, J.R. **Efeitos da infestação do tripses de folíolos do amendoineiro *Enneothrips (Enneothripiella) flavens* Moulton, 1941, no desenvolvimento das plantas, na qualidade e quantidade da produção de uma cultura “das águas”**. Biológico, São Paulo, v.40, n.8, p. 241-242, 1974.

CARPI, S.M.F. **Cálcio na qualidade de grãos e óleo de amendoim (*Arachis hypogaea* L.)**. Piracicaba, 1995. 76 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A.; SESTARI, I. **Manual de Fisiologia Vegetal: Fisiologia de Cultivos**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 2008.

CASTRO, C. **Boro e estresse hídrico na nutrição e produção do girassol em casa-de-vegetação**. Piracicaba, 1999. 120 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. **Amendoim - produção em São Paulo e implicações no Mercosul**. Campinas: CATI, 1977. 9p. (Doc. Téc., 105).

DEVARAJAN, L.; KOTHANDARAMAN, G.V. **Studies on the influence of phosphorus and potassium on the protein, oil contents and quality of oil in groundnut**. Madras Agricultural Journal, Coimbatore, v.68, n.8, p.537-545, 1981.

FARIA, J.X. **Mercados e importância da qualidade do caroço de algodão**. In: CÂMARA, G.M.S.; CHIAVEGATO, E.J. (Ed.). O agronegócio das plantas oleaginosas: algodão, amendoim, girassol e mamona. Piracicaba: ESALQ/LPV, 2001. cap.1, p.1-10.

FERRARI NETO, J.; COSTA, C.H.M.; CASTRO, G.S.A. **Ecofisiologia do Amendoim**. Scientia Agraria Paranaensis, v.11, n.4, p.1-13, 2012.

FRICK, J.; NIELSEN, S.S.; MITCHELL, C.A. **Yield and seed oil content response of dwarf, rapid-cycling *Brassica* to nitrogen treatments, planting density, and carbon dioxide enrichment**. Journal of the American society for horticultural science, v.119, n.6, p.1137-1143, 1994.

GABRIEL, D.; NOVO, J.P.S.; GODOY, I.J. **Efeito do controle químico na população de *Enneothrips flavens* Moul. e na produtividade de cultivares de amendoim *Arachis hypogaea* L.** Arq. Inst. Biol., São Paulo, 65 (2):51-56, 1999.

HELMS, T.C.; ORF, J.H. **Protein, oil, and yield of soybean lines selected for increased protein**. Crop Science, v.38, n.3, p.707-711, 1998.

ICI SEMILLAS. **Iciola: canola híbrida: manual técnico**. Buenos Aires, 1991. 38p.

INANAGA, S.; YOSHIDA, T.; HOSHINO, T.; NISHIHARA, T. **The effect of mineral elements on the maturity of peanut seed**. Plant and Soil, Netherlands, v.106, n.2, p.263-268, 1988.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. 3ed. - Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019.

LARCHER, W. **Ecofisiolo Vegetal**. São Carlos: Rima, 2004.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; FORNASIERI FILHO, D. **Efeitos de doses e fontes de enxofre em culturas de interesse econômico**. II Colza (*Brassica napus* L. var. *oleifera*). São Paulo: SN Centro de Pesquisa e Promoção de Sulfato de Amônio, 1984. 60p.

MARSCHALEK, R. **Correlações genéticas e fenotípicas entre produção de grãos, teor de proteína e teor de óleo em soja, em vários ambientes**. Piracicaba, 1995. 103p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

NAPHADE, P.S.; WANKHADE, S.G. **Response of groundnut (*Arachis hypogaea* Linn) to different levels and sources of sulphur**. PKV Research Journal, v.12, n.1, p.71-73, 1988.

OLIVEIRA, A.C.B.O. et al. **Cultivo do Girassol no Rio Grande do Sul – Plantio Janeiro a Fevereiro**. Comunicado Técnico nº 76. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007.

PAL, R.N.; LALORAYA, M.M. **Calcium in relation to nitrogen metabolism. II. Changes in free aminoacids and amides in peanut plants**. Biochemie und Physiologie der Pflanzen, v.164, n.5/6, p.547-565, 1973.

RAJAN, M.S.S.; MURTHY, P.K.; RAO, R.S. **Oil output as influenced by the application of potassium, calcium and magnesium to groundnut**. Madras Agricultural Journal, Coimbatore, v.71, n.6, p.411-412, 1984.

SANCHES, J.A.G.; NARDY, M.B.C.; STELLA, M.B. **Bases da Bioquímica e Tópicos de Biofísica: Um marco inicial**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. 316p.

SANG, J.P.; BLUET, C.A.; ELLIOTT, B.R. **Effect of time of sowing on oil content, erucic acid and glucosinolate contents in rapeseed (*Brassica napus* L. cv. Marnoo)**. Australian Journal of Experimental Agriculture, East Melbourne, v.26, p.607-611, 1986.

SANKARAN, N.; SENNAIAN, P.; MORACHAN, Y.B. **Effects of forms and levels of calcium and levels of boron on the uptake of nutrients and quality of groundnut**. Madras Agricultural Journal, Coimbatore, v. 64, n. 6, p. 384-388, 1977.

SANZONOWICZ, C.; AMABILE, R. **Adubação nitrogenada do girassol nas águas e na safrinha no Cerrado**. 2004. <http://www.famato.org.br> Embrapa Cerrados/FAMATO (Federação da Agricultura e Pecuária do Estado do Mato Grosso)

SCARPELLINI, J.R.; NAKAMURA, G. **Controle do tripses *Enneothrips flavens* (Moulton, 1941) (*Thysanoptera: thripidae*) e efeito na produtividade do amendoim**. Arq. Inst. Biol., São Paulo, v.69, n.3, p.85-88, jul./set., 2002.

SELLESCOP, J.P.F. **Amendoim. Todos os aspectos da cultura**. Gazeta do Agricultor, Lourenço Marques, v.25, n.289, p.181-186, 1973.

SI, P.; WALTON, G.H. **Determinants of oil concentration and seed yield in canola and Indian mustard in the lower rainfall areas of Western Australia**. Australian Journal of Agricultural Research, v.55, n.3, p.367-377, 2004.

SURVASE, D.N.; DONGALE, J.H.; KADREKAR, S.B. **Growth, yield, quality and composition of groundnut as influenced by F.Y.M., calcium, sulphur and boron in lateritic soil**. Journal of Maharashtra Agricultural Universities, Pune, v.11, n.1, p.49-51, 1986.

SWANI, N.R.; REDDY, P.R. **Influence of growth regulator and nutrients on the quality of groundnut (*Arachis hypogaea* L.)**. Madras Agricultural Journal, Coimbatore, v.70, n.11, p.740-745, 1983.

TARTAGLIA, F.L. **Respostas agronômicas e ecofisiológicas da cultura da canola ao excesso hídrico**.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2016.

THIRUMALAISAMY, K.; SATHASIVAM, R.; NATARAJARATNAM. **Effect of sulphur fertilization on nutrient content dry matter production and yield of groundnut.** Madras Agricultural Journal, Coimbatore, v.73, n.3, p.151-154, 1986.

TOMM, G.O. **Situação em 2005 e perspectivas da cultura de canola no Brasil e em países vizinhos.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento nº 26. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005.

VENKATA RAO, B.V.; GOVINDA RAJAN, S.V. **Manuring of groundnut in Mysore-A review of experiments of the past thirty years.** Indian Oilseed Journal, New Dehli, v.4, n.4, p.234-238, 1960.



## DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DA PALMA FORRAGEIRA NO PERÍMETRO IRRIGADO DO DISTRITO DE CERAÍMA

*Data de aceite: 01/07/2020*

### **Alyne Gomes De Jesus**

Colégio Modelo Luiz Eduardo Magalhães  
Guanambi-BA  
<http://lattes.cnpq.br/7990900698381661>

### **Delfran Batista Dos Santos**

Instituto Federal Baiano Campus Serrinha  
Serrinha-BA  
<http://lattes.cnpq.br/5305388524205895>

### **Jairo Costa Fernandes**

Instituto Federal Baiano Campus Guanambi  
Guanambi-BA  
<http://lattes.cnpq.br/2468098429818010>

### **Sérgio Luiz Rodrigues Donato**

Instituto Federal Baiano Campus Guanambi  
Guanambi-BA  
<http://lattes.cnpq.br/0480996716216014>

### **João Abel Silva**

Instituto Federal Baiano Campus Guanambi  
Guanambi-BA  
<http://lattes.cnpq.br/1404555910224347>

**RESUMO:** Objetivou-se com este trabalho diagnosticar o sistema de produção da palma forrageira, no perímetro irrigado de Ceraíma, distrito de Guanambi-BA, verificando a associação entre o uso de tecnologias no sistema produtivo e a participação dos

produtores em ações extensionistas. Para a coleta de dados utilizou-se a técnica de entrevista, aplicando um questionário misto semiestruturado a todos os produtores que cultivam a palma na área do perímetro. As variáveis estudadas foram: participação em ações extensionistas/capacitação, preparo do solo, fornecimento de água à planta, densidade populacional, adubação, capina, controle de pragas, corte, produtividade e mudança de técnicas. As coletas respaldou-se na Resolução 466/12. Os dados foram analisados por dois métodos, a análise descritiva, apresentando as distribuições de frequências e a técnica de estatística inferencial, empregando o teste exato de Fisher a 5% de probabilidade. O sistema de produção da palma forrageira no perímetro de Ceraíma é diversificado quanto à adoção de tecnologias. Porém, há melhoria do sistema a partir da disseminação dos resultados das pesquisas desenvolvidas, necessitando intensificar as ações de extensão.

**PALAVRAS-CHAVE:** cactáceas, produtores, semiárido

## DIAGNOSIS OF THE FORAGE PALM PRODUCTION SYSTEM IN THE IRRIGATED PERIMETER OF CERAÍMA DISTRICT

**ABSTRACT:** The objective of this study was to diagnose the forage palm production system in the irrigated perimeter of Ceraíma, Guanambi-BA district, verifying the association between the use of technologies in the productive system and the participation of producers in extension actions. For the data collection, the interview technique was applied, applying a semi-structured mixed questionnaire to all palm growers in the perimeter area. The variables studied were: participation in extension actions / training, soil preparation, water supply to the plant, population density, fertilization, weeding, pest control, cutting, productivity and technical change. The collections were supported by Resolution 466/12. The data were analyzed by two methods, the descriptive analysis, presenting the frequency distributions and the inferential statistics technique, using Fisher's exact test at 5% probability. The system of production of the forage palm in the perimeter of Ceraíma is diversified as far as the adoption of technologies. However, there is improvement of the system from the dissemination of the results of the researches developed, needing to intensify the extension actions.

**KEYWORDS:** cactus, growers, semiarid

### 1 | INTRODUÇÃO

A palma forrageira é uma planta amplamente conhecida e cultivada pelos produtores rurais do semiárido brasileiro, estudos sobre os sistemas de produção desta planta favorecem o entendimento do manejo e permitem melhorar a condução da cultura.

Diversos fatores influenciam na produção da palma, como: condições edafoclimáticas, idade da planta, genótipo, espaçamento empregado, custo e disponibilidade de insumos, adubação, tratamentos culturais, incidência de pragas e doenças, sistema de cultivo, disponibilidade de mão de obra, mecanização, escolaridade do produtor, acesso ao crédito rural e assistência técnica (LEITE et al., 2014).

No rol de estudos, o diagnóstico é uma ferramenta útil para se conhecer uma determinada realidade, possibilitando identificar demandas de pesquisas, pontos estratégicos de intervenção e difusão de tecnologias, visando maximizar com sustentabilidade o potencial produtivo da cultura. Assim, estudar os sistemas de produção adotados pelos produtores é imprescindível para auxiliar pesquisadores e extensionistas na geração e transferência de tecnologias condizentes com a realidade dos produtores.

Objetivou-se com esta pesquisa diagnosticar o sistema de produção da palma forrageira, no perímetro irrigado de Ceraíma, distrito de Guanambi-BA, verificando a associação entre o uso de tecnologias no sistema produtivo e a participação dos produtores em ações extensionistas.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido no perímetro irrigado de Ceraíma, distrito de Guanambi, Bahia, localizado a 15 km da sede, com área total de 1.049,15 ha, sendo 430 ha irrigáveis, dividida em 112 lotes agrícolas tipo unidade familiar. O referido campo apresenta clima semiárido, quente e seco, com precipitação média anual de 722 mm, temperatura média anual de 25 °C, com vegetação original composta por espécies da caatinga, atualmente bastante devastada (CODEVASF, 2005).

O Projeto do Perímetro Irrigado de Ceraíma foi elaborado e executado na década de 70 pelo Departamento Nacional de Obras contra a Seca – DNOCS, para implantar as famílias dos pequenos produtores carentes em lotes rurais com área média de 5 ha/ produtor para produzirem e proverem o sustento familiar. Com a finalidade de comercializar a produção agrícola dos produtores e assisti-los em seus sistemas produtivos, criou-se em 1974 a Cooperativa Agrícola de Irrigação do Projeto Ceraíma - COOPERC.

Em 2016 foram visitadas todas as 26 (vinte e seis) propriedades rurais do perímetro de Ceraíma, declaradas pela COOPERC, como produtoras de palma forrageira. Iniciou-se o estudo com uma conversa explicativa aos produtores sobre a pesquisa. Mediante a concordância destes, foi assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, submetido à Plataforma Brasil e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa – CEP do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA, através do parecer de número 1.825.938, conforme exigência do Conselho Nacional de Saúde por meio do CEP (Resolução 466/12).

Adotou-se para esta pesquisa a abordagem qualitativa, com caráter descritivo. Utilizou-se a técnica de entrevista para a coleta de dados. Esta técnica consiste em fazer, oralmente, uma série de perguntas ao participante, conforme o roteiro elaborado, podendo este ser um formulário ou um questionário (GIL, 2008). O instrumento utilizado para a coleta de dados consistiu em um questionário misto semiestruturado, composto por questões fechadas e abertas.

O questionário foi aplicado individualmente e a relação de perguntas permaneceu invariável para todos os entrevistados. Utilizou-se uma linguagem de fácil compreensão aos agricultores e não houve interferência nas respostas dadas pelos produtores.

As variáveis estudadas foram: participação em ações extensionistas/capacitação, preparo do solo, fornecimento de água à planta, densidade populacional, tratos culturais (adubação, capina e controle de pragas), colheita (corte), mudança de técnicas e produtividade.

As variáveis foram coletadas através de respostas/dados fornecidas pelos produtores durante a aplicação do questionário. A mensuração da variável, área cultivada com palma, foi determinada multiplicando-se a quantidade de linhas plantadas pelo espaçamento entre elas e pelo comprimento das mesmas, transformado o resultado para hectare.

Para cada produtor foi calculada a densidade populacional a partir dos arranjos adotados ao informarem os espaçamentos entre linhas, entre plantas e dos carreadores, quando existentes, entre determinado número de fileiras de plantas.

A produtividade média de massa verde (PMV) foi estimada com base nos dados fornecidos pelos produtores, onde os mesmos utilizam de caixa de frutas, com capacidade para 20 kg de raquetes de palma, e determinam-se a quantidade média de plantas por caixa.

Foram utilizados dois métodos para analisar os dados coletados, análise descritiva e tabulação cruzada. Na análise descritiva, foram estudadas isoladamente as variáveis coletadas por meio do questionário aplicado e apresentadas as distribuições de frequências. Enquanto na tabulação cruzada foram estudadas duas variáveis em conjunto, referentes à extensão e ao sistema de produção, visando identificar se existe associação entre elas. Para a extensão considerou-se a variável participação em ações extensionistas/capacitação e as variáveis do sistema de produção foram: preparo do solo, densidade populacional, adubação, capina, corte, fornecimento de água, controle de pragas, produtividade e mudanças de técnicas.

Para a tabulação cruzada, utilizou-se o programa “Statistical Package for the Social Science” - SPSS na versão 22, para Windows (IBM Corp., 2013) aplicando o teste Exato de Fischer, a 5% de probabilidade, que serve para testar a dependência ou relação entre as diferentes variáveis.

Para identificar se existe relação entre as variáveis estudadas, inicialmente, formulou-se uma hipótese, e posteriormente testou-se a relação de dependência. Foi investigada a hipótese de que a adoção de novas tecnologias no sistema de produção da palma é influenciada pela participação do produtor em capacitações ou outras ações extensionistas.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A preferência e a disponibilidade de capital do produtor são fatores decisivos na escolha do sistema de plantio. Seja qual for o sistema adotado, devem-se evitar solos pobres em nutrientes, e a cultura deve receber os tratamentos culturais e adubação adequados (SANTOS et al., 2006).

A palma gigante (*Opuntia ficus indica*) é a variedade mais cultivada nas propriedades, e a aquisição das raquetes para plantio foi proveniente em 61,5% dos produtores do perímetro e 38,5% de outros municípios, como: Pindaí, Palmas de Monte Alto, Brumado, Caetité e Cansanção (Figura 1A). Independentemente de onde se adquiriu a raquete, houve entre os produtores o cuidado em selecionar mudas sadias, completamente desenvolvidas e com cicatriz curada para o plantio.

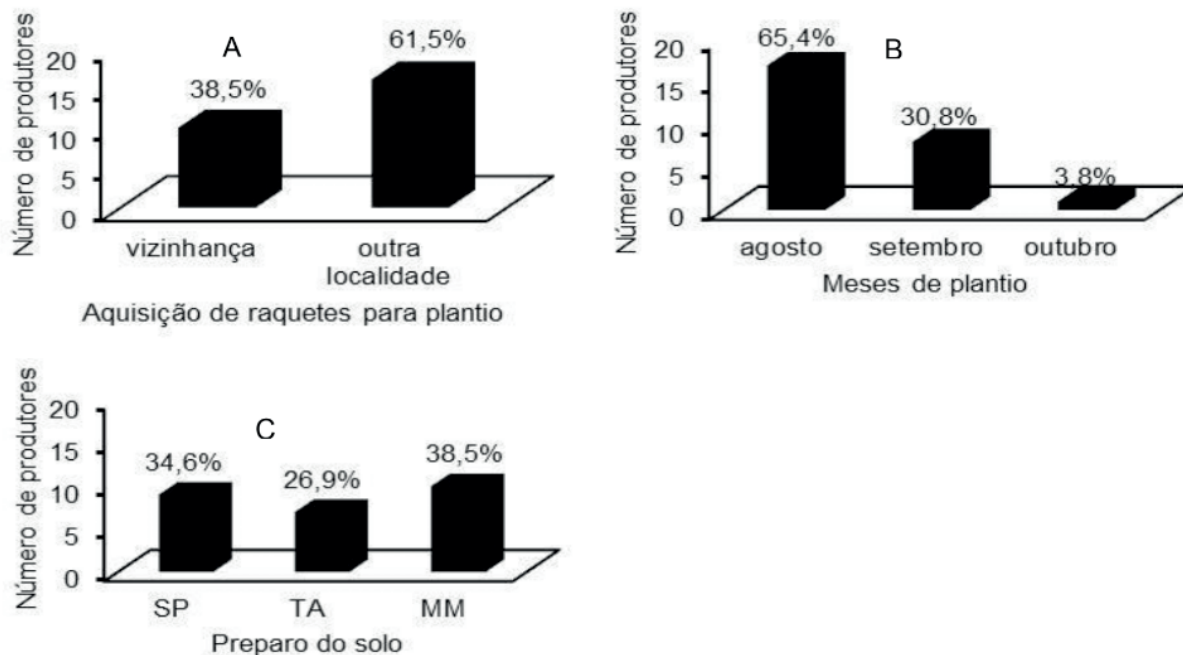


Figura 1. Caracterização do sistema de produção da palma no perímetro de Ceraíma: aquisição de raquetes para o plantio (A), meses de realização do plantio (B) e preparo do solo (C).

Verificou-se que 65,4% dos produtores realizaram o plantio no mês de agosto, 30,8% em setembro e 3,8% em outubro (Figura 1 B), percebendo que os produtores entendem os motivos de implantar a cultura no período diferenciado das outras forrageiras. No caso da região de Guanambi, o plantio da palma é realizado no final do período seco, de agosto a outubro, evitando assim o apodrecimento, o tombamento e a contaminação por fungos e bactérias das raquetes (SANTOS et al., 2006).

O preparo do solo foi realizado por 65,4% dos produtores, sendo 38,5% feito por motomecanização e 26,9% por tração animal. Os 34,6% prepararam manualmente, por abertura de covas (Figura 1C). A prevalência do manejo mecanizado pode ser explicada parcialmente pela disponibilidade de máquinas e implementos na área do perímetro, no qual predominava o cultivo irrigado, como as patrulhas mecanizadas da COOPERC, das associações assistidas pelas ações da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola - EBDA e da Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional - CAR.

Em outras regiões semiáridas da Bahia, o sistema manual se destacou em 63% (ALMEIDA, 2011). Lopes et al. (2007) recomendou o uso do manejo mecanizado para a implantação de cultura permanente. Os produtores demonstraram entender a necessidade do preparo e escolha de solos férteis para se implantar a cultura da palma, reconhecendo que os solos compactados e sujeitos a alagamento comprometem o desenvolvimento do sistema radicular fasciculado da cultura. Este é um conhecimento, embora não reconhecido pelos produtores, resultante da disseminação dos trabalhos de pesquisadores da localidade de Ceraíma, uma vez que não era prática comum dos cultivos tradicionais.

Avaliando a relação de dependência das variáveis preparo do solo e participação do produtor em capacitações, como consta na Tabela 1, verificou-se que não houve

significância a 5% de probabilidade pelo teste Exato de Fisher. Mesmo não havendo associação entre as variáveis, observou-se que 57,7% dos produtores se capacitaram e prepararam o solo e 23,1% participaram da capacitação, mas não prepararam o solo para implantar a cultura da palma. Dos produtores que não participaram de capacitação, 11,5% não preparam o solo.

Tecnologias	Participação em capacitação/outras ações extensionistas					
	Sim		Não		Total	
	n	%	n	%	%	p
<b>Preparo do solo</b>						0,208
Realiza	15	57,7	2	7,7	65,4	
Não realiza	6	23,1	3	11,5	34,6	
<b>Fornecimento de água</b>						0,130
Sistema irrigado	8	30,8	0	0	30,8	
Sistema sequeiro	13	50,0	5	19,2	69,2	
<b>Densidade populacional</b>						0,130
< 20.000 plantas	8	30,8	0	0	30,8	
≥ 20.000 plantas	13	50,0	5	19,2	69,2	

Tabela 1. Frequência observada entre os produtores de palma forrageira do perímetro de Ceraíma agrupados conforme a participação em ações extensionistas e a adoção de tecnologias para a implantação do sistema produtivo

n: frequência absoluta observada; %: frequência relativa observada; p: valor de probabilidade a 5% pelo teste Exato de Fisher.

Para a variável fornecimento de água para as plantas observou-se que 69,2% dos produtores cultivam a palma em sequeiro e 30,8% em sistema irrigado por gotejamento ou microaspersão no período de seca, sem uma lâmina de água determinada, apenas fornecendo água à planta por um período de 12 horas na quinzena ou mensalmente. Segundo Almeida (2011), a palma tem sido muito cultivada nas áreas de sequeiro nos municípios baianos do semiárido.

Não houve significância pelo teste Exato de Fisher a 5% de probabilidade, entre a relação de dependência das variáveis fornecimento de água à planta e participação em capacitação. Independente de não haver significância entre as variáveis capacitação do produtor com o fornecimento de água à planta observou-se que os produtores que participaram, 30,8% fornecem água a palma e 50% não fornecem (Tabela 1). Mesmo com a baixa disponibilidade de água, há produtores buscando alternativa, dentro das suas condições, para aumentar a produtividade do seu palmar.

Os espaçamentos de plantio encontrados são diversificados, predominando os arranjos de fileiras simples, sendo que apenas 15,4% possuem carreadores em seus palmais, existindo fileiras duplas, triplas e quádruplas. A densidade populacional varia de



4.444 plantas ha<sup>-1</sup>, com espaçamento de 1,5 x 1,5 m, a 40.000 plantas ha<sup>-1</sup> em 1,0 x 0,25, sendo que a população de 20.000 plantas foi a mais prevalente.

Foram encontrados 30,8% dos produtores com arranjos tradicionais que possuem menos de 20.000 plantas ha<sup>-1</sup> e 69,2% com arranjos adensados (Tabela 1) comportando até 40.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Houve prevalência de produtores cultivando em espaçamentos adensados e que participaram de capacitações (50%). O resultado do teste Exato de Fisher a 5% de probabilidade não encontrou associação entre as variáveis densidade populacional e capacitação do produtor (Tabela 1).

Almeida (2011) avaliando produtores de palma em 130 municípios baianos no período de 2008 a 2009 encontrou apenas 5% de adoção de plantios adensados. Os resultados demonstrados por Leite et al. (2014) no Cariri Paraibano, apresentou 3% de produtores cultivando em espaçamentos adensados com densidade populacional de 40.000 plantas ha<sup>-1</sup> ou superior. Tendo em vista que, o plantio adensado não é uma prática tradicional e considerando o perfil egocêntrico do homem, já destacado, os 69,2% dos palméis adensados encontrados no perímetro de Ceraíma evidenciam a incorporação da tecnologia local, ou seja, dos resultados das pesquisas com a palma desenvolvidas no município de Guanambi, ao sistema de cultivo da forrageira nessa região.

A maioria dos trabalhos menciona o aumento de produtividade com a densidade de plantio de palma forrageira, devido a maior quantidade de plantas ha<sup>-1</sup>. Embora a produtividade aumente, há redução de massa verde e seca por planta, devido à diminuição do número, comprimento e largura dos cladódios, resultantes da competição das plantas por luz, água e nutrientes na solução do solo.

Com o aumento da densidade de plantio, Silva et al. (2014) verificaram em cultivares Gigante e Miúda, que a espessura média dos cladódios aumentou e conseqüentemente, também a reserva de água, possivelmente relacionada com a estratégia da planta em reduzir o comprimento e largura dos cladódios. Os altos teores de umidade na massa verde é um fator importante nas regiões semiáridas, principalmente nos períodos de estiagem e falta de água, podendo a palma servir de fonte de água e alimento aos animais.

A prática de plantio adensado é a tecnologia mais utilizada recentemente para obtenção de maior produtividade e alternativa para aumentar a produção de massa seca da palma forrageira no semiárido brasileiro. A escolha do arranjo de plantas é uma das mais importantes decisões de manejo do sistema de produção da forrageira. Silva et al. (2013) estudando diferentes espaçamentos (1,00 x 0,50; 2,00 x 0,25 e 3,00 x 1,00 x 0,25 m) na palma cultivar gigante, no semiárido baiano, observaram que no espaçamento 1,00 x 0,50m, resultou em maior produção de matéria seca.

O espaçamento depende do sistema adotado pelo produtor. Se o interesse é obter maior produtividade, pode-se adotar espaçamento adensado de 1,0 x 0,25 m, no entanto necessitará de mais adubação e tratos culturais. Já a palma em fileiras diferentes de simples ou pouco adensadas facilitam os tratos culturais e pode ser cultivada com

consórcio (SANTOS et al., 2006)

A palma, assim como as outras plantas, necessita de adubação, sendo um fator determinante na produção de matéria verde, exigindo maior quantidade quando se trata de plantio adensado (ALMEIDA et al., 2012; LOPES et al., 2007). No perímetro de Ceraíma, 76,9% dos palmais foram adubados com esterco de bovino após cada colheita e 23,1% não adubaram (Tabela 2). A adubação orgânica da palma com esterco bovino reduz o custo de produção pelo fato deste estar disponível na propriedade e melhora a qualidade e quantidade da forragem produzida. Donato et al. (2014) verificaram que o comprimento médio de cladódios da palma, cultivar Gigante apresentou resposta linear positiva à diferentes doses de esterco (0, 30,60, 90 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) após 600 dias do plantio.

Avaliando a relação de dependência das variáveis adubação e participação do produtor em capacitações, Tabela 2, verificou-se que não houve significância a 5% de probabilidade pelo teste Exato de Fisher. Observou-se que 65,4% realizaram a adubação e foram capacitados e 15,4% participaram da capacitação, mas não realizaram a adubação em seus palmais.

<b>Participação em capacitação/outras ações extensionistas</b>						
<b>Tecnologias</b>	<b>Sim</b>		<b>Não</b>		<b>Total</b>	<b>p</b>
	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	
<b>Adubação</b>						0,322
Realiza	17	65,4	3	11,5	76,9	
Não realiza	4	15,4	2	7,7	23,1	
<b>Capina</b>						0,654
Manual	12	46,2	3	11,5	57,7	
Química	9	34,6	2	7,7	42,3	
<b>Controle de pragas</b>						0,691
Realiza	17	65,4	4	15,4	80,8	
Não realiza	4	15,4	1	3,8	19,2	
<b>Corte</b>						0,236
Anual	15	57,7	5	19,2	76,9	
Bienal	6	23,1	0	0	23,1	

Tabela 2. Frequência observada entre os produtores de palma forrageira do perímetro de Ceraíma agrupados conforme a participação em ações extensionistas e a adoção de tecnologias para o manejo do sistema produtivo

n: frequência absoluta observada; %: frequência relativa observada; p: valor de probabilidade a 5% pelo Teste Exato de Fisher.

Para o manejo das plantas voluntárias, 57,7% dos produtores realizaram capina manual e 42,3% a capina química (Tabela 2). A palma responde bem a capinas, aumentando significativamente a produtividade quando comparado à ausência de trato cultural, sendo que em plantios adensados realiza-se em torno de três capinas anuais e

nos tradicionais, geralmente uma no final da estação chuvosa (SANTOS et al., 2006). Não foi encontrado, pelo teste estatístico aplicado, associação entre a capacitação com o tipo de capina realizada pelo produtor.

Sobre as adversidades encontradas para produzir, todos os produtores reconheceram que a praga mais incidente nos seus palmais é a cochonilha de escama (*Diaspis echinocacti*), manifestada na região desde meados de 2010. Houve queixas secundárias de ataque de pragas como cupins e lagartas, bem como de doenças como a gomose causada pelo fungo *Dothiorella ribis* e podridão mole causada pela bactéria *Pectobacterium carotovorum*.

Observou-se (Tabela 2) que o manejo da cochonilha de escama foi feito por 80,8% dos produtores, e 19,2% não fizeram nenhum tipo de manejo. Não houve associação entre a capacitação e manejo de pragas, pelo teste Exato de Fisher a 5% de probabilidade. Dos produtores que participaram de capacitações 65,4% e realizaram o manejo de pragas e 15,4% não fizeram, provavelmente, porque o nível infestação de pragas em algumas propriedades foi baixo e não comprometeu a produtividade.

A frequência de corte tende a influenciar na produção da palma forrageira, porém, é determinado pela necessidade do produtor para alimentar os seus animais. Nesta pesquisa, observou-se que 76,9% dos produtores realizaram o corte anualmente e 23,1% bienal. Não houve significância na associação entre a capacitação e a frequência de corte, pelo teste Exato de Fisher, a 5% de probabilidade. Verificou-se que 57,7% dos produtores se capacitaram e realizam corte anual e 23,1% se capacitaram e realizam corte bienal (Tabela 2).

A produtividade de massa verde variou de 30 t ha<sup>-1</sup> a 400 t ha<sup>-1</sup> em diferentes densidades populacionais. Vários fatores interferem na produtividade, desde a genética até o manejo. Os sistemas produtivos visitados são bastante diversificados, sendo difícil fazer comparações e afirmar que a diferença de produtividade se deve a um determinado fator. A média de produtividade de massa verde obtida no perímetro de Ceraíma foi de 188 t ha<sup>-1</sup>, compatível com as encontradas experimentalmente nesta mesma região.

Donato (2011) em condições de sequeiro, no município de Guanambi-BA, obteve produção média estimada de massa verde de 223 t ha<sup>-1</sup> no espaçamento de 1,0 x 0,5 m. Neste estudo, os resultados apresentados na Tabela 3, indicaram um percentual maior, 57,7% de produtores que obtiveram produtividade abaixo da média na área do perímetro (< 188 t ha<sup>-1</sup>) e 42,3% acima da média (> 188 t ha<sup>-1</sup>). Os produtores que participaram de capacitação 42,3% obtiveram produtividade abaixo da média e 38,5% acima da média. Outros 3,8% produziram acima da média e não participaram de capacitação. Comparando as variáveis, participação em ações extensionistas e a produtividade, verificou-se que não houve significância entre ambas pelo teste Exato de Fisher a 5% de probabilidade.

**Participação em capacitação/outras ações extensionistas**

Produtividade	Sim		Não		Total	p
	n	%	n	%	%	
<b>Produtividade (t/ha)*</b>						0,274
< média (188 t ha <sup>-1</sup> )	11	42,3	4	15,4	57,7	
> média(188 t ha <sup>-1</sup> )	10	38,5	1	3,8	42,3	

Tabela 3. Frequência observada entre os produtores de palma forrageira do perímetro de Ceraíma agrupados conforme a participação em ações extensionistas e produtividade obtida de massa verde  
n: frequência absoluta observada; %: frequência relativa observada; p: valor de probabilidade a 5% pelo Teste Exato de Fisher.

Conforme resultados apresentados na Tabela 4 observou-se que 53,9% dos produtores não realizaram mudanças de técnicas em seus palmais e 46,1% realizaram, sendo mais comum às relacionadas ao espaçamento, adubação e adoção da irrigação ao sistema, as quais propiciaram aumento de produtividade. Notou-se que, 42,3% dos produtores adotaram novas técnicas e participaram de capacitações, já 38,5% foram capacitados e não adotaram. Não houve dependência entre as variáveis capacitação e mudanças de técnicas nos sistemas de produção da palma pelo teste Exato de Fisher a 5% de probabilidade.

**Participação em capacitação/outras ações extensionistas**

Incorporação de tecnologias após implantação do sistema	Sim		Não		Total	p
	n	%	n	%	%	
<b>Mudança de técnicas</b>						0,213
Realizou	11	42,3	1	3,8	46,1	
Não realizou	10	38,5	4	15,4	53,9	

Tabela 4. Frequência observada entre os produtores de palma forrageira do perímetro de Ceraíma agrupados conforme a participação em ações extensionistas e mudanças realizadas nos sistemas produtivos após a implantação da cultura  
n: frequência absoluta observada; %: frequência relativa observada; p: valor de probabilidade a 5% pelo Teste Exato de Fisher.

Vale ressaltar que, muitos palmais foram implantados após a participação dos produtores em capacitação, ou seja, quando já havia disseminado na região conhecimento das técnicas de cultivo da cultura, contribuindo para que produtores instalassem seu sistema de produção com algum nível de tecnificação.

## 4 | CONCLUSÕES

O sistema de produção da palma no perímetro irrigado de Ceraíma é diversificado quanto à adoção de tecnologias.

As práticas de preparo do solo mecanizado, adensamento de plantas e alta produtividade são evidências das contribuições do desenvolvimento da pesquisa/extensão no perímetro irrigado de Ceraíma para difusão de informações e melhoria do sistema de produção da palma forrageira.

O uso de tecnologias no sistema de produção da palma forrageira não apresenta associação direta com a participação dos produtores em ações extensionistas, denotando a necessidade de intensificar as ações de extensão.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB, pelo apoio financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

Almeida, J. A palma forrageira na região semiárida do estado da Bahia: diagnóstico, crescimento e produtividade. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias: Fitotecnia) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Cruz das Almas, 2011, 95 p.

Almeida, J.; Peixoto, C. P.; Ledo, C. A. S. Desempenho vegetativo e produtivo da palma forrageira. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v.8, n.15, p. 571-581, 2012. <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012b/ciencias%20agrarias/desempenho%20vegetativo.pdf>. 22 Ago. 2016.

Codevasf – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba, 2005. Diagnóstico ambiental dos perímetros irrigados da Codevasf – 2ª Superintendência Regional. Brasília: Codevasf, 2005. 222 p.

Donato, P. E. R. Avaliação bromatológica, morfológica, nutricional e de rendimento em palma forrageira sob diferentes espaçamentos e doses de esterco bovino. Tese (Doutorado em Zootecnia: Produção de Ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2011, 134p.

Donato, P. E. R. et al. Valor nutritivo da palma forrageira ‘Gigante’ cultivada sob diferentes espaçamentos e doses de esterco bovino. Revista Caatinga, Mossoró, v. 27, n. 1, p. 163-172, 2014. [http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/viewFile/2762/pdf\\_99](http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/viewFile/2762/pdf_99). 20 Ago. 2016.

Gil, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008. 219 p.

Ibm Corp. Released. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22. Armonk, New York: IBM Corp, 2013.

Leite, M. L. M. V. et al. Caracterização da produção de palma forrageira no Cariri paraibano. Revista Caatinga, Mossoró, v. 27, n. 2, p. 192-200, 2014. [http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/2830/pdf\\_128](http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/2830/pdf_128). 01 Set. 2016.

Lopes, E. B. et al. Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido Nordeste. João Pessoa: EMEPA/FAEPA, 2007, 130p.

Santos, D. C. et al. Manejo e utilização da palma forrageira (Opuntia e Nopalea) em Pernambuco. Recife: IPA. Documentos, 30, 2006. [http://www.ipa.br/publicacoes\\_tecnicas/Pal01.pdf](http://www.ipa.br/publicacoes_tecnicas/Pal01.pdf). 01 Set. 2016.

Silva, J. A. et al. Composição bromatológica de palma forrageira cultivada em diferentes espaçamentos e adubações química. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife, v.8, n.2, p.342-350, 2013. [http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=agraria\\_v8i2a2431&path%5B%5D=1395](http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=agraria_v8i2a2431&path%5B%5D=1395). 17 Set. 2016.

Silva, L. M. et al. Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. Ciência Rural, Santa Maria, v. 44, n. 11, p. 2064-2071, nov. 2014. <http://revistas.bvs-vet.org.br/crural/article/view/24234>. 17 Dez. 2016.



## EFEITO DE CONDIMENTOS NA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA CARNE CAPRINA

Data de aceite: 01/07/2020

### **Maria Érica da Silva Oliveira**

Mestre em Ciência Animal pela Universidade Federal Rural do Semiárido, UFRSA  
Mossoró – RN

<http://lattes.cnpq.br/9607555919284336>

### **Keliane da Silva Maia**

Doutora em Ciência Animal pela Universidade Federal Rural do Semiárido, UFRSA  
Mossoró – RN

<http://lattes.cnpq.br/9432276609978813>

### **Jéssica Taiomara Moura Costa Bezerra de Oliveira**

Mestre em Ciência Animal pela Universidade Federal Rural do Semiárido, UFRSA  
Mossoró – RN

<http://lattes.cnpq.br/8545926024569696>

### **Maria Carla da Silva Campêlo**

Doutora em Ciência Animal pela Universidade Federal Rural do Semiárido, UFRSA  
Mossoró – RN

<http://lattes.cnpq.br/6273037420774866>

### **Patrícia de Oliveira Lima**

Doutora em Zootecnia, Docente na Universidade Federal Rural do Semiárido, UFRSA  
Mossoró – RN

<http://lattes.cnpq.br/5491095039598621>

comercialização de carnes em feiras livres, muitas vezes em condições precárias de segurança e higiene, e a crescente procura por alimentos seguros e naturais, objetivou-se com essa pesquisa avaliar as condições microbiológicas e o efeito de aditivos naturais em carne caprina adquirida em feira livre da cidade de Mossoró/RN. A amostra de carne foi dividida em: Controle (carne *in natura* sem adição de tempero); T1 (carne adicionada de tempero comercial) e T2 (carne adicionada de tempero natural à base de abacaxi). Os cortes foram submetidos ao processo de imersão nas devidas soluções de tempero, utilizando a proporção tempero:carne de 2:1 (v/p), por um período de seis horas. Após o tempo de imersão, foi feita a drenagem por 5 minutos e após esse tempo, as amostras foram armazenadas sob refrigeração a 5°C por 12 horas até a realização das análises microbiológicas. Foi realizada a contagem dos seguintes micro-organismos: Mesófilos, Psicotróficos, *Staphylococcus*, Coliformes fecais e *Escherichia coli*. Os resultados das análises foram submetidas a Teste de comparação de média de Tukey, a nível de probabilidade de 5% ( $p < 0,05$ ). Em relação aos micro-organismos mesófilos, observou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos. Em relação à contagem de

**RESUMO:** Tendo em vista a grande

psicotróficos, observou-se que houve diferença significativa entre todos os tratamentos. Todas as amostras apresentaram quantidades de *Staphylococcus* e Coliformes totais superiores ao permitido pela legislação brasileira. Em relação à contagem de *Escherichia coli*, verificou-se que houve diferença significativa entre os três tratamentos. Assim, observou-se que com o tratamento T2 houve redução da contagem dos micro-organismos psicrófilos, *Staphylococcus*, coliformes fecais e *Escherichia coli* em relação ao Controle e T1.

**PALAVRAS-CHAVE:** abacaxi, aditivos, antimicrobiano, feiras, higiene.

## EFFECT OF SPICES ON THE MICROBIOLOGICAL QUALITY OF CAPRINE MEAT

**ABSTRACT:** In view of the large sale of meat in open markets, often in precarious conditions of safety and hygiene, and the growing demand for safe and natural foods, the objective of this research was to evaluate the microbiological conditions and the effect of natural additives in caprine meat acquired in an open market in the city of Mossoró/RN. The meat sample was divided into: Control (fresh meat without adding seasoning); T1 (meat added with commercial seasoning) and T2 (meat added with natural seasoning based on pineapple). The cuts were subjected to the immersion process in the appropriate seasoning solutions, using the seasoning: meat ratio of 2:1 (v/w), for a period of six hours. After the immersion time, drainage was carried out for 5 minutes and after that time, the samples were stored under refrigeration at 5°C for 12 hours until the microbiological analyzes were performed. The following microorganisms were counted: Mesophiles, Psychrotrophic, *Staphylococcus*, Fecal coliforms and *Escherichia coli*. The results of analyzes were subjected to Tukey's average comparison test, at a probability level of 5% ( $p < 0.05$ ). Regarding mesophilic microorganisms, it's observed that there was no significant difference between treatments. Regarding the psychrotrophic count, it's observed that there was a significant difference between all treatments. All samples had higher amounts of *Staphylococcus* and total Coliforms than allowed by Brazilian legislation. Regarding the *Escherichia coli* count, it's found that there was a significant difference between the three treatments. Thus, it's observed that with T2 treatment there was a reduction in the count of psychrophilic microorganisms, *Staphylococcus*, fecal coliforms and *Escherichia coli* in relation to Control and T1.

**KEYWORDS:** pineapple, additives, antimicrobial, feiras, hygiene.

## 1 | INTRODUÇÃO

A carne, alimento muito comercializado em feiras livres, é um meio de cultura ideal para o crescimento de micro-organismos. Quando as condições higiênicas do ambiente e dos manipuladores são precárias e quando os métodos de conservação são inadequados, há uma maior contribuição para a redução da vida útil do produto (PARDI et al, 2006; OLIVEIRA et al., 2008). Sendo a carne um alimento altamente perecível, é necessário que métodos de conservação sejam utilizados (FRITZEN et al., 2006; JAY, 2005; LUNDGREN,

2009). Além disso, a comercialização de alimentos em feiras livres é uma cultura antiga, e os consumidores acreditam que comprar nesses locais, pode-se obter produtos frescos e com melhor qualidade. Entretanto, a manipulação e as condições em que alguns alimentos são comercializados muitas vezes não são adequadas, além de não se saber de que maneira o alimento foi adquirido (FREITAS et al., 2015).

Com as modificações na fabricação, comercialização e distribuição dos alimentos que ocorreram nas últimas décadas, o aparecimento e o uso de aditivos foi um importante recurso no processo de conservação, associado a novas técnicas, controle de matéria-prima e do produto acabado, uso de embalagens, dentre outros processos básicos (AISSA, 2010; EVANGELISTA, 2008). A sua inclusão trouxe a vantagem da preservação das características dos alimentos por um longo tempo, bem como a melhoria das propriedades organolépticas. Com isso, o uso dos aditivos alimentares se tornou potencialmente indispensável (ALBUQUERQUE, et al., 2012; GOUVEIA, 2006). Garantir a segurança e, ao mesmo tempo, atender a demanda para a conservação de atributos nutricionais e de qualidade têm resultado na crescente busca de conservantes naturais com potencial aplicação em alimentos, que possam ser utilizados sozinhos ou em combinação com outra tecnologia (SETTANNI; CORSETTI, 2008). Assim, a necessidade tecnológica do uso de um aditivo deve ser justificada sempre que proporcionar vantagens na tecnologia de fabricação, na conservação e nas características sensoriais (BRASIL, 1997).

Nas últimas décadas, a preocupação do consumidor em adquirir alimentos seguros e naturais vem aumentando. A boa qualidade higiênico-sanitária diminuiu a incidência de doenças transmitidas por alimentos e garantiu que se tenha uma alimentação mais saudável (ALBUQUERQUE et al., 2009). Métodos de conservação podem ser aplicados para garantir a segurança do alimento, como por exemplo, o uso de aditivos naturais com propriedades antimicrobianas. Segundo Tajkarimi et al. (2010), a utilização de especiarias, frutos e óleos essenciais com ação antimicrobiana podem ser utilizados para garantir a segurança e a conservação de alimentos.

Tendo em vista a grande comercialização de carnes em feiras livres, muitas vezes em condições precárias de segurança e higiene, e a crescente procura por alimentos seguros e naturais, objetivou-se com essa pesquisa avaliar as condições microbiológicas e o efeito de aditivos naturais em carne caprina adquirida em feira livre da cidade de Mossoró/RN.

## 2 | METODOLOGIA

Para a realização da pesquisa, foi utilizada carne caprina proveniente de uma feira livre da cidade de Mossoró-RN. As amostras foram adequadamente acondicionadas e conduzidas ao Laboratório de Análises Instrumentais e Sensoriais da Universidade

Federal Rural do Semiárido – UFERSA. A amostra de carne foi dividida em 3 pesos iguais e distribuídos em: Controle (carne *in natura* sem adição de tempero); T1 (carne adicionada de tempero comercial) e T2 (carne adicionada de tempero natural à base de abacaxi).

O tempero comercial foi adquirido no comércio local da cidade de Mossoró-RN. Foi elaborado um tempero natural à base de abacaxi, composto pelos seguintes ingredientes: Suco de abacaxi, na proporção de 1:1 (água + polpa); vinagre; alho; canela em pó; cebola; cravo da Índia; gengibre em pó; pimenta do reino e sal. Os cortes foram submetidos ao processo de imersão nas devidas soluções de tempero, utilizando a proporção tempero:carne de 2:1 (v/p), por um período de seis horas. Após o tempo de imersão, foi feita a drenagem por 5 minutos e após esse tempo, as amostras foram armazenadas sob refrigeração a 5°C por 12 horas até a realização das análises microbiológicas. As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Inspeção de Produtos de Origem Animal (UFERSA). As amostras foram submetidas às análises dos seguintes micro-organismos: Mesófilos, Psicrófilos, *Staphylococcus*, Coliformes fecais e *Escherichia coli*. Tais análises foram realizadas de acordo com o que preconiza a Instrução Normativa Nº 62, de 26 de agosto de 2003 (BRASIL, 2003). Os resultados das análises foram submetidas a Teste de comparação de média de Tukey, a nível de probabilidade de 5% ( $p < 0,05$ ), utilizando o programa SISVAR, versão 4.2 (FERREIRA, 2003).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 sumariza os valores médios dos resultados da contagem de mesófilos, psicrófilos, *Staphylococcus*, coliformes fecais e *Escherichia coli* encontrados para cada micro-organismos nos tratamentos.

Micro-organismos	Controle	T1	T2
Mesófilos (UFC/g)	2,5x10 <sup>6</sup> a	2,5x10 <sup>6</sup> a	2,5x10 <sup>6</sup> a
Psicrófilos (UFC/g)	3,35x10 <sup>5</sup> a	1,25x10 <sup>4</sup> b	2,5x10 <sup>3</sup> c
<i>Staphylococcus</i> (UFC/g)	2,0x10 <sup>6</sup> a	2,0x10 <sup>6</sup> a	3,1x10 <sup>5</sup> b
Coliformes totais (UFC/g)	1,01x10 <sup>6</sup> b	1,50x10 <sup>6</sup> a	6,6x10 <sup>5</sup> c
<i>Escherichia coli</i> (UFC/g)	3,9x10 <sup>5</sup> b	4,8x10 <sup>5</sup> a	2,1x10 <sup>5</sup> c

Tabela 1 – Valores obtidos para a contagem de microrganismos mesófilos, psicrófilos, *Staphylococcus*, coliformes fecais e *Escherichia coli*.

Valores com letras sobrescritas iguais, em uma mesma linha, não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey. Controle (Carne *in natura*); T1 (Tempero comercial); T2 Tempero Natural a base de abacaxi).

Em relação aos resultados para mesófilos, observou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos. Como a contagem de mesófilos é comumente empregada para indicar a qualidade sanitária dos alimentos, pode-se constatar que a presença elevada desses micro-organismos nas amostras pode estar relacionada com

as condições higiênico-sanitárias deficientes da carne *in natura* (FRANCO; LANDGRAF, 2008). Falhas no processo de abate dos animais ou nas condições higiênicas durante a manipulação podem ter interferido na qualidade microbiológica da carne. Observou-se que com o tratamento T2 houve redução da contagem dos micro-organismos psicrófilos, *Staphylococcus*, coliformes fecais e *Escherichia coli*. Em relação à contagem de psicotróficos, observou-se que houve diferença significativa entre todos os tratamentos, verificando-se que a utilização do tempero natural a base de abacaxi tem a capacidade de prolongar o período de conservação da carne refrigerada (0°C e 7°C). Observou-se que o tratamento T2 diminuiu a contagem de *Staphylococcus*. Apesar dessa diminuição, todas amostras apresentaram quantidades de *Staphylococcus* superior ao permitido pela legislação brasileira, que limita em até  $5 \times 10^3$  UFC/g em produtos cárneos refrigerados para comercialização (BRASIL, 2001). Moura et al. (2006) justificam uma alta população de *Staphylococcus* por conta da manipulação inadequada da carne durante toda a cadeia de processamento.

Quanto à contagem de Coliformes totais, verificou-se que esses micro-organismos estavam acima do limite estabelecido pela legislação, que estabelece o máximo de  $10^4$  UFC/g em carne refrigerada (BRASIL, 2001). Entretanto, ao comparar os tratamentos, observou-se que o tratamento T2 diferiu significativamente dos demais, sendo o mais efetivo na redução desses micro-organismos. Em relação à contagem de *Escherichia coli*, verificou-se que houve diferença significativa entre os três tratamentos, sendo o tratamento T2 o mais efetivo. Segundo Franco e Landgraf (2008), *Escherichia coli* é o principal representante do grupo dos coliformes totais, sendo indicador de contaminação fecal e da maioria das espécies de sangue quente. O aumento na contagem de Coliformes totais e *Escherichia coli* observado no tratamento T1 em relação ao Controle pode estar relacionado a uma possível contaminação do tempero comercial. Entre os fatores que podem ter contribuído para a maior eficácia do tratamento T2, podemos citar o pH, visto que a proliferação de micro-organismos é diminuída em pH ácido (JAY, 2005). O abacaxi possui pH em torno de 3,5 a 4,0, além disso, o tempero contém ácidos cítrico, málico e acético (NEVES, 2009). Outro fator contribuinte pode estar relacionado à presença de condimentos, como cravo e alho, contidos no tempero natural, por terem propriedades antimicrobianas (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

#### 4 | CONCLUSÕES

O efeito do tempero natural à base de abacaxi foi eficiente na redução de agentes contaminantes na carne caprina, demonstrando sua capacidade antimicrobiana.

## REFERÊNCIAS

- AISSA, A. F. **Avaliação da atividade antimutagênica do beta-caroteno microencapsulado em células de ratos tratados com o antitumoral doxorubicina empregado os ensaios de micronúcleo e cometa.** 2010. 103f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2010.
- ALBUQUERQUE, M. V.; SANTOS, S. A. CERQUEIRA, N. T. V. SILVA, J. A. **Educação alimentar: uma proposta de redução do consumo de aditivos alimentares.** Química Nova na Escola, v. 34, n. 2, p. 51-57, 2012.
- ALBUQUERQUE, R. B.; SOUZA, E. L.; STAMFORD, T. L. M.; STAMFORD, T. C. M. **Perspectiva e potencial aplicação de quitosana como inibidor de *Listeria monocytogenes* em produtos cárneos.** Revista Iberoamericana de Polímeros, v. 10, n. 5, p. 260-274, 2009.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprovar o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2001.
- BRASIL. Instrução Normativa Nº 62, DE 26 DE AGOSTO DE 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 set. 2003.
- BRASIL. Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares - definições, classificação e emprego. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 out. 1997.
- EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos.** 2ª ed. São Paulo: Atheneu, 2008, 652p.
- FERREIRA, D. F. SISVAR versão 4.2. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2003.
- FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos.** São Paulo: Atheneu, 2008, p. 182.
- FREITAS, A. K. N.; FREIRE, L. DA S.; PAZ, H. C.; PIRES, R. M. C. **Condições higiênico-sanitárias de gêneros alimentícios comercializados no Mercado Central São José em Teresina-PI.** Anais do 5º Simpósio de Segurança Alimentar [recurso eletrônico], 26 a 29 de maio de 2015. Bento Gonçalves: SBCTA Regional, RS, 2015.
- FRITZEN, A. L.; SCWERZ, D. L.; BABIATTI, E. C.; PADILHA, V.; MACARI, S. M. **Análise microbiológica de carne moída de açougues pertencentes a 9º regional de saúde do paraná.** Higiene Alimentar, São Paulo, v. 20, n.144, p.81–83, 2006.
- GOUVEIA, F. **Indústria de alimentos: no caminho da inovação e de novos produtos.** Inovação Uniemp [online], v. 2, n. 5, p. 32-37. 2006,
- LUNDGREN, P. U.; SILVA, J. A.; MACIEL, J. F.; FERNANDES, T. M. **Profile of the hygienic-sanitary quality of bovine meat marketed at free markets and public markets of João Pessoa/PB-Brasil.** Alimentos e Nutrição, v.20, n. 1, p. 113-119, jan./mar. 2009.
- MOURA, A. P. B. L.; ACIOLLI, R.; DUARTE, D. A. M; PINHEIRO JUNIOR, J. W.; ALCÂNTARA, J. S.; MOTA, R. A. **Caracterização e perfil de sensibilidade *Staphylococcus* spp. isolados em amostras de carne caprina comercializadas em mercado e supermercados em Recife, PE.** Arquivos do Instituto Biológico. São Paulo. v. 73, n. 1, p. 7-15. jan-mar, 2006.
- NEVES, L. C. **Manual pós-colheita da fruticultura brasileira.** Londrina, PR: EDUEL, 2009. 494p.
- PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne.** 2ª ed. Goiânia, UFG, 2006, 623p.



JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. 6. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2005. 711 p.

OLIVEIRA, R. B. A.; ROLIM, M. B. Q.; MOURA, A. P. B. L.; MOTA, R. A. **Avaliação higiênico-sanitária dos boxes que comercializam carnes**. Medicina Veterinária, Recife, v. 2, n. 4, p. 10-16, 2008.

SETTANNI, L.; CORSETTI, A. **Application of bacteriocins in vegetable food biopreservation**. International Journal of Food Microbiology, v.121, n.2, p.123-138, 2008.

TAJKARIMI, M. M.; IBRAHIM, S. A.; CLIVER, D.O. **Antimicrobial herb and spice compounds in food**. Food Control, v. 21, n. 9, p. 1199-1218, 2010.

## ETNOBOTÂNICA E O USO DE PLANTAS MEDICINAIS: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA

Data de aceite: 01/07/2020

### **Thais Caroline Fin**

Universidade de Passo Fundo  
Passo Fundo- Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/6042259541958617>

### **Hellany Karolliny Pinho Ribeiro**

Universidade Federal do Piauí  
Teresina-Piauí  
<http://lattes.cnpq.br/7856998046944535>

### **Maykon de Oliveira Felipe**

Universidade de Passo Fundo  
Passo Fundo- Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/9183716110409095>

### **Rafael Garcia**

Universidade de Caxias do Sul  
Passo Fundo- Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/3011707063593582>

### **Eidimara Ferreira**

Universidade de Passo Fundo  
Passo Fundo- Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/6353182178217617>

### **Maria Aparecida de Oliveira Israel**

Universidade de Passo Fundo  
Passo Fundo- Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/1810948512093133>

### **Micheline Machado Teixeira**

Universidade de Passo Fundo  
Passo Fundo- Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/4932713043346407>

### **Fernanda Michel Fuga**

Universidade de Passo Fundo  
Passo Fundo- Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/7907081905861395>

### **Valmíria Antônia Balbinot**

Universidade de Passo Fundo  
Passo Fundo- Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/5103232479083029>

### **José Fernando Dai Prá**

Universidade de Passo Fundo  
Passo Fundo- Rio Grande do Sul

**RESUMO:** O conhecimento sobre plantas medicinais simbolizam um recurso terapêutico para muitas comunidades e grupos étnicos há séculos. As informações sobre o uso e a eficácia das plantas medicinais contribuem para a divulgação dos benefícios terapêuticos. Nesse ínterim, este estudo teve como objetivo a comparação das plantas medicinais utilizadas pela população atendida na atenção básica na Cidade de Passo Fundo/RS, comparada a literatura científica. Este estudo pautou-se por uma pesquisa descritiva de caráter exploratório com a população atendida na Unidade Básica de Saúde Jardim América, em Passo Fundo/RS. Como instrumento da coleta de dados, os participantes da pesquisa responderam a um

questionário semiestruturado, onde o mesmo foi validado por pesquisadores da área de saúde. As amostragens foram identificadas, catalogadas e comparadas com a literatura. Obteve-se a indicação de 20 espécies de plantas. Entre as enfermidades mais utilizadas foram: redução do colesterol, controle da pressão arterial e dores abdominais (11,11%), digestão e cicatrização (8,33%), hepatopatias e inflamações (5,55%), outras indicações (27,77%). A malva (*Malva sylvestris* L.) usada para a diarreia, bronquite e asma teve resultados semelhantes num estudo em Campina Grande, PB. A marcela (*Achyrocline satureioides* (Lam.) DC.) utilizada para dores abdominais assemelha-se a terapêutica em uma comunidade de Porto Alegre, RS. O picão (*Bidens pilosa* L.) foi descrito como anti-inflamatório e, no nosso estudo, como cicatrizante. Em um estudo em Formosa da Serra Negra, MA utilizam a erva-de-santa-maria (*Chenopodium ambrosioides* L.) como diurético e hepatopatias diferentemente dos nossos achados que a indicam como anti-helmíntico. Embora a medicina herbal seja mantida através da hábitos tradicionais, no estudo ficou evidenciado que a regionalidade influi diretamente na sua indicação. Busca-se maiores incentivos acadêmicos em frentes de pesquisa para grandes abordagens estimulando o entendimento da ação dos fitoterápicos e sua importante ação no tratamento das doenças.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fitoterápicos, tratamento, etnobotânica

## ETHNOBOTANICS AND THE USE OF MEDICINAL PLANTS: AN EXPERIENCE REPORT

**ABSTRACT:** Knowledge about medicinal plants has symbolized a therapeutic resource for many communities and ethnic groups for centuries. Information on the use and effectiveness of medicinal plants contributes to the dissemination of therapeutic benefits. In the meantime, this study aimed to compare the medicinal plants used by the population served in primary care in the city of Passo Fundo / RS, compared to the scientific literature. This study was guided by an exploratory descriptive research with the population served at the Basic Health Unit Jardim América, in Passo Fundo / RS. As an instrument of data collection, the research participants answered a semi-structured questionnaire, where it was validated by health researchers. The samples were identified, cataloged and compared with the literature. An indication of 20 plant species was obtained. Among the most used diseases were: cholesterol reduction, blood pressure control and abdominal pain (11.11%), digestion and healing (8.33%), liver disease and inflammation (5.55%), other indications (27, 77%). Mallow (*Malva sylvestris* L.) used for diarrhea, bronchitis and asthma had similar results in a study in Campina Grande, PB. Marcela (*Achyrocline satureioides* (Lam.) DC.) Used for abdominal pain is similar to therapy in a community in Porto Alegre, RS. The stick (*Bidens pilosa* L.) was described as anti-inflammatory and, in our study, as healing. In a study in Formosa da Serra Negra, MA they use the herb-de-santa-maria (*Chenopodium ambrosioides* L.) as a diuretic and liver disease, differently from our findings that indicate it as anthelmintic. Although herbal medicine is maintained through traditional habits, the study showed that regionality directly influences its indication. Greater academic incentives are sought in research fronts for great approaches, stimulating the understanding of the action of herbal medicines and their important action in

the treatment of diseases.

**KEYWORDS:** Phytotherapics, treatment, ethnobotany.

## 1 | INTRODUÇÃO

Existem evidências de que a Índia e culturas europeias e mediterrâneas faziam uso de determinadas ervas por mais de 4000 anos como remédio. As culturas indígenas, romanas, egípcias, Iraquianas, africanas, americanas, entre outras usavam ervas em seus rituais de cura, enquanto outras desenvolveram sistemas médicos tradicionais, como Unani, Ayurveda e Medicina Chinesa, nas quais as terapias à base de plantas eram usadas sistematicamente. Entre as civilizações antigas, a Índia é conhecida por ser um rico repositório de plantas medicinais.

A floresta na Índia é o principal repositório de grande número de plantas medicinais e aromáticas, que são amplamente coletadas como matéria-prima para a fabricação de medicamentos e produtos de perfumaria. Cerca de 8.000 remédios à base de plantas foram codificados nos sistemas AYUSH na Índia. Os medicamentos Ayurveda, Unani, Siddha e Folk (tribais) são os principais sistemas de medicamentos indígenas. Entre esses sistemas, a Ayurveda e a Unani Medicine são mais desenvolvidas e amplamente praticadas na Índia (RODRIGUES, 2016).

O conhecimento era passado de gerações a geração, na qual foi utilizado para tratamentos, como um meio fundamental para manutenção da saúde, prevenção de doenças e também para cura. As substâncias foram derivadas da flora, fauna e fontes minerais localizadas nas imediações das pessoas, mas também em áreas remotas (RODRIGUES, 2016). A natureza enriquecida era a fonte de agentes medicinais há milhares de anos, e um número impressionante de medicamentos modernos foi isolado de fontes naturais, muitas delas baseadas no uso na medicina tradicional. Plantas medicinais como Aloe, Tulsi, Neem, açafrão e gengibre curam várias doenças comuns. Estes são considerados remédios caseiros em muitas partes do país (MERHY; SANTOS, 2017).

Sabe-se que muitos consumidores estão usando Basil ( Tulsi ) para fazer medicamentos, chá preto, em pooja e outras atividades no dia-a-dia. As plantas medicinais são consideradas um rico recurso de ingredientes que podem ser utilizados no desenvolvimento de medicamentos. O que desempenham um papel crítico no desenvolvimento das culturas humanas em todo o mundo. E algumas dessas podem ser consideradas fonte de nutrição e, recomendadas por seus valores terapêuticos. Algumas dessas plantas incluem gengibre, chá verde, nozes, aloe, pimenta e açafrão entre outras(CASSAS et al., 2016)

A etnobotânica é um campo específico de estudo científico em pesquisa de plantas que se baseia em uma abordagem multidisciplinar envolvendo antropologia, arqueologia,

botânica, ecologia, economia, medicina, religião, cultura e diversas outras disciplinas (MERHY; SANTOS, 2017). O Brasil é rico em diversidade étnica e cultural e possui valioso conhecimento tradicional associado ao uso de fitoterápicos. A eficiência da utilização das plantas usando a tecnologia e o conhecimento disponível seria, portanto, relevante para a sobrevivência contínua da humanidade (PEREIRA et al., 2016). Nesse ínterim, este estudo teve como objetivo a comparação das plantas medicinais utilizadas pela população atendida na atenção básica na Cidade de Passo Fundo/RS, comparada a literatura científica.

## 2 | METODOLOGIA

Este estudo pautou-se por uma pesquisa descritiva de caráter exploratório com a população atendida na Unidade Básica de Saúde Jardim América, em Passo Fundo/RS. O projeto obteve a aprovação pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade de Passo Fundo/RS (CAAE 0250.0.398.000-10, 425/2010). Como instrumento da colheita de dados, os participantes da pesquisa responderam a um questionário semiestruturado, onde o mesmo foi validado por pesquisadores da área de saúde. As perguntas obtiveram informações sobre quais plantas mais utilizavam, as finalidades e os conhecimentos sobre os efeitos adversos. As amostragens foram identificadas, catalogadas e comparadas com a literatura.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Obteve-se a indicação de 20 espécies de plantas. Entre as enfermidades mais utilizadas foram: redução do colesterol, controle da pressão arterial e dores abdominais (11,11%), digestão e cicatrização (8,33%), hepatopatias e inflamações (5,55%), outras indicações (27,77%). A malva (*Malva sylvestris* L.) usada para a diarreia, bronquite e asma teve resultados semelhantes num estudo em Campina Grande, PB. A marcela (*Achyrocline satureioides*) utilizada para dores abdominais assemelha-se a terapêutica em uma comunidade de Porto Alegre, RS. O picão-preto (*Bidens pilosa* L.), é uma planta originária da América Tropical, em especial, na América do Sul.

Para determinação das atividades biológicas da espécie *Bidens pilosa*, foram relatadas, dentre estas, as atuações antibacteriana, antiviral, hipoglicemiante, hepatoprotetora, anti-inflamatória, anti-hipertensiva e diurética. Tais atividades comprovam cientificamente alguns usos tradicionais e populares. A espécie *Bidens pilosa* apresenta também, uma importante atividade antioxidante, para tanto, a forma mais eficaz e segura é o extrato alcóolico e hidroalcóolico.

Em um estudo em Formosa da Serra Negra, MA utilizam a erva-de-santa-maria

(*Chenopodium ambrosioides* L.), planta herbácea que possui vasta utilização como antihelmíntico, antibacteriana, anti-inflamatória, cicatrizante, esquistossomicida, molusquicida, e leishmanicida diferentemente dos nossos achados que a indicam como anti-helmíntico.

A *Achyrocline satureioides*, popularmente conhecida como Macela, e tida como uma planta invasora comum em terreno baldios, pastos e campos agrícolas abandonados. Suas inflorescências secas são utilizadas na medicina caseira e também no enchimento de travesseiros e almofadas. Estudos da macela em animais demonstram propriedades analgésicas, anti-inflamatórias e relaxantes, podendo explicar seu uso em problemas gastrointestinais e problemas respiratórios como asma (LORENZI; MATOS, 2002).

O extrato aquoso das folhas e caules (SIMOES et al., 1984) e alcoólico das inflorescências (LANGELOH, SCHENKEL, 1982) apresentam atividade antiespasmódica, que pode justificar seu uso no tratamento de certos distúrbios do trato gastrointestinal. Esta característica pode ser atribuída, pelo menos em parte pela presença de quercetina e 3-metoxiquercetina. A quercetina também é um dos componentes majoritários nos extratos hidroetanólicos de comprovada ação anti-inflamatória. Sua propriedade antitumoral foi verificada, mostrando que no extrato de flores de macela inibe in vitro o crescimento de células carcinogênicas em 67% (LORENZI; MATOS, 2002).

A atividade antiviral dos flavonoides da *Achyrocline satureioides* pode ser identificada frente a replicação do polivírus e de alguns vírus herpéticos. Pesquisadores americanos demonstraram que o extrato aquoso quente de suas flores secas apresentou propriedades antivirais in vitro contra células T-linfoblásticas infectadas com HIV.

Estudos realizados com o extrato etanólico da semente de *Achyrocline satureioides* revelaram uma capacidade inibitória significativa contra *Bacillus subtilis* e *Staphylococcus aureus* (MARTINS et al., 1988). O extrato diclorometano das folhas de *A. satureioides* apresentou também componentes bioativos distintos contra *Bacillus subtilis* (UCHIMA et al. 1999), já o óleo volátil obtido das sumidades floridas por arraste a vapor, apresenta ausência de atividade antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Candida albicans*, sugerindo que as atividades antissépticas e antibióticas observadas pelo uso popular e em testes farmacológicos, seja proveniente de outros compostos presentes nas partes aéreas das plantas e que não são destiladas por arraste à vapor (SONAGLIO et al., 1992).

O extrato de suas flores apresenta significativa atividade repelente (98,5%), sugerindo, segundo os autores, possibilidades de seu uso como repelente de insetos (DAL MAGRO et al., 1998). Outras pesquisas corroboram o uso do extrato de *A. satureioides* como inseticida (ROJAS DE ARIAS et al., 1995). Extratos aquosos apresentam atividade genotóxica em organismos procarióticos. Essa atividade está relacionada com a presença de quercetina e ácido cafeico no extrato (VARGAS et al., 1990; FACHINETTO et al., 2007). O extrato metanólico revelou atividade contra carcinoma hepatocelular humano,



porém há necessidade de estudos complementares (RUFFA et al., 2002).

Diferentes extratos, com diferentes composições de ativos, obtidos das inflorescências da *A. satureioides*, apresentam grande potencial antioxidante, porém extratos com altas concentrações de flavonóides revelaram um efeito pró-oxidante em estudos realizados com culturas de células de Sertoli, induzindo aumento na peroxidação de lipídeos (efeito citotóxico) (POLYDORO et al., 2004). Na investigação da propriedade sedativa da macela em camundongos, usando o extrato aquoso (chá) de macela, verificou-se a redução da locomoção dos camundongos e o aumento da porcentagem de quedas, sugerindo que o extrato de macela apresenta efeitos característicos de substâncias depressoras do sistema nervoso central (POLI et al., 1988).

Foram isoladas frações polissacarídicas de extratos aquosos ou alcalinos aquosos de *A. satureioides* que conforme testes em granulócitos (WAGNER et al., 1984), apresentaram uma significativa atividade imunoestimuladora (MORS et al., 2000; WAGNER et al., 1984), porém, de acordo com outros estudos, o extrato aquoso da *Achyrocline satureioides* apresentou propriedades inibidoras da ativação linfocitária, sendo demonstrada pela diminuição da secreção de IL-2 (SANTOS et al., 1996).

Estudos farmacológicos de *A. satureioides* mostraram que os extratos aquosos a frio e a quente e o extrato etanólico a frio, apresentam atividade anti-inflamatória, reduzindo significativamente o edema da pata do rato induzido por carragenina. Este efeito anti-inflamatório poderia estar vinculado à presença de compostos flavonoídicos (SIMÕES; BAUE, 1984). Dados pré-clínicos indicam que a planta possui potencial no controle de condições associadas à obesidade, como altos níveis de glicose sangüínea, indicando uma possível utilidade para o tratamento de certas obesidades, contudo, os dados científicos encontrados são insuficientes para garantir a eficácia e segurança da planta no tratamento da obesidade, merecendo então estudos posteriores (DICKEL et al., 2007).

Extratos aquosos da *A. satureioides* têm um potente efeito contra a oxidação do LDL humano in vitro. A capacidade antioxidante é dependente da concentração do extrato, indicada como 4 µg/ml. Até agora a hipótese é de que esse efeito antioxidante ocorreria in vivo (GUGLIUCCI; MENINI, 2002). Segundo um pedido de patente, o extrato da *A. satureioides* possui efeito neuro-protetor in vivo que é obtido principalmente por mecanismos antiapoptóticos. O extrato pode ser usado na prevenção e no tratamento de isquemia vascular, doenças neurodegenerativas e lesões cerebrais causadas devido ao envelhecimento (HEIZEN; DAJAS, 2003). A macela pode ainda servir como “bioindicador” revelando contaminação ambiental por metais pesados, como o zinco e chumbo (PIVA; PORTO, 1998).

## 4 | CONCLUSÃO

Embora a medicina herbal seja mantida através da hábitos tradicionais e no estudo ficou evidenciado que a regionalidade influi diretamente na sua indicação , exemplificado pela erva-de-santa-maria, existe um reduzido número de estudos ratificando o efeito benéfico das plantas , essa parca abordagem corrobora a importância por pesquisas mais amplas , favorecendo o mercado e aplicabilidade. Busca-se maiores incentivos acadêmicos em frentes de pesquisa para grandes abordagens estimulando o entendimento da ação dos fitoterápicos e sua importante ação no tratamento das doenças.

## REFERÊNCIAS

AARSEN, L.W., BURTON, S.M. Maternal effects at four levels in *Senecio vulgaris* (Asteraceae) grown on a soil nutrient gradient. **American Journal of Botany**, Columbus, v.77, n.9, p.1231-1240, 1990.

ANDERBERG, A.A. Phylogeny and Reclassification of the Tribe Inuleae (Asteraceae). **Canadian Journal of Botany**, n.67, p:2277-2296, 1989.

BRASIL, **Ministério da Saúde**. Política Nacional de Plantas Mediciniais e Fitoterápicos. p. 20. 2006.

BROUSSALIS, A.M.; FERRARO, G.E. & COUSSIO, J.D. Phenolic constituents of *Achyrocline alata*. **Biochemical Systematics and Ecology**, v.21, n. 2, p: 306, 1993.

CASSAS, F.; SILVA, D.S., BARROS, C.; REIS, N.F.C.; RODRIGUES, E. Canteiros de plantas medicinais, condimentares e tóxicas como ferramenta de promoção à saúde no jardim botânico de Diadema, SP, Brasil. **Revista Ciência Ext.** v.12, n.2, p.37-46, 2016. Disponível em: <[http://ojs.unesp.br/index.php/revista\\_proex/article/view/1337/1229](http://ojs.unesp.br/index.php/revista_proex/article/view/1337/1229)>.

DESMARCHELIER, C.; COUSSIO, J. & CICCIA, G. Antioxidant and free radical scavenging effects in extracts of the medicinal herb *Achyrocline satuireioides* (Lam.) DC. ("marcela"). **Brazilian Journal of Medical and Biological Research** v.31, p: 1163–1170, 1998.

FERRARO, G.E.; NORBEDO, C. & COUSSIO, J.D. Polyphenols from *Achyrocline satuireioides*. **Phytochemistry**, v. 20, p: 2053–2054, 1981.

LINHARES, J.F. P. et al. Etnobotânica das principais plantas medicinais comercializadas em feiras e mercados de São Luís, Estado do Maranhão, Brasil. **RevPan-AmazSaude**, Ananindeua, v.5, n.3, p:39-46, 2014.

MACIEL, M. A. M. et al. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 25, n. 3, 2002.

MERHY, T.S.M.; SANTOS, M.G. A etnobotânica na escola: interagindo saberes no ensino fundamental. **Revista Práxis**, v.9, n.17, p:9-22, 2017. Disponível em: <<http://revistas.unifoa.edu.br/index.php/>>.

MONOGRAFIA DA ESPÉCIE *Bidens pilosa* (Picão – preto) Organização: **Ministério da Saúde e Anvisa** Fonte do Recurso: Ação 20K5 (DAF/ SCTIE/ MS)/2013.

NOLLA, Delvino; SEVERO, B.M.A.; MIGOTT, A.M.B. Plantas medicinais. 2. ed. Passo Fundo: **Ed. Universidade de Passo Fundo**, 2005.

PEREIRA, A.R.A.; VELHO, A.P.M.; CORTEZ, D.A.G.; SZERWIESKI, L.L.D.; CORTEZ, L.E.R. Uso tradicional de plantas medicinais por idosos. **Revista Rene**, v. 17, n.3, p: 427-434, 2016. Disponível em: <<http://periodicos.ufc.br/rene/article/view/3487/pdf>>.

RODRIGUES, W. Competitividade e mudança institucional na cadeia produtiva de plantas medicinais no Brasil. **Interações**, v. 17, n. 2, p: 267–277, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/inter/v17n2/1518-7012-inter-17-02-0267.pdf>>.

TAVARES, Márcio A.G.C.; VENDRAMIM, José D. Depto. Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, **ESALQ/USP**, C. postal 9, 13418-900, Piracicaba, SP [jdvendra@esalq.usp.br](mailto:jdvendra@esalq.usp.br)

VENDRUSCOLO, Giovana Secretti; RATES, S.M.K.; MENTZ, L.A. Dados químicos e farmacológicos sobre as plantas utilizadas como medicinais pela comunidade do bairro Ponta Grossa, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.15, n. 4, p: 361-372, 2005.

## INFLUÊNCIA DE MÉTODOS DE SECAGEM SOBRE A CAPACIDADE DE REIDRATAÇÃO DE ESFERAS DE ALGINATO DE SÓDIO E ÓLEO DE PEQUI

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 03/04/2020

### **Gabrielle Albuquerque Freire**

Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia  
Fortaleza – Ceará  
<http://lattes.cnpq.br/0459732020275664>

### **Luana Carvalho da Silva**

Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia  
Fortaleza – Ceará  
<http://lattes.cnpq.br/8459288295039709>

### **Rachel Menezes Castelo**

Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia  
Fortaleza – Ceará  
<http://lattes.cnpq.br/5540142750028014>

### **Carlucio Roberto Alves**

Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia  
Fortaleza – Ceará  
<http://lattes.cnpq.br/0937331784886630>

### **Roselayne Ferro Furtado**

Empresa Brasileira de Agroindústria Tropical - Embrapa  
Fortaleza – Ceará  
<http://lattes.cnpq.br/4463527486987067>

**RESUMO:** O óleo de pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) apresenta grande potencial nutricional e farmacêutico, sendo o processo de microencapsulamento uma alternativa viável para a proteção desse bioativo. Métodos de secagem podem influenciar as características finais de partículas microencapsuladas. Sendo assim, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar a influência da secagem natural e artificial de esferas de alginato de sódio (AG) e óleo de pequi (OP) sobre a capacidade de reidratação das partículas. Uma emulsão de AG e OP (1:1 m/m) foi preparada em uma concentração final de 2% (m/v) e gotejada em solução de  $\text{CaCl}_2$  0,5% (m/v) para a formação das microesferas. As amostras secas em estufa apresentaram um alto índice de reidratação com tamanho médio de partículas de  $3,47 \pm 0,51$  mm. Diferentemente das amostras secas a temperatura ambiente que apresentaram tamanho de partículas de  $1,77 \pm 0,27$  mm, após o processo de reidratação. Com isso, foi possível comprovar que a secagem a temperatura ambiente influenciou significativamente a capacidade de intumescimento das partículas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Secagem em estufa. Secagem a temperatura ambiente. Encapsulamento. Reidratação.

## INFLUENCE OF DRYING METHODS ON THE REHYDRATION CAPACITY OF SODIUM ALGINATE AND PEQUI OIL SPHERES

**ABSTRACT:** Pequi oil (*Caryocar coriaceum* Wittm.) has great nutritional and pharmaceutical potential, being the microencapsulation process a viable alternative for the protection of this bioactive. Drying methods can influence the final characteristics of microencapsulated particles. This work aimed to evaluate the influence of natural and artificial drying of spheres of sodium alginate (AG) and pequi oil (OP) on the rehydration capacity of the particles. An emulsion of AG and OP (1: 1 m / m) was prepared in a final concentration of 2% (w / v) and dripped in 0.5% CaCl<sub>2</sub> solution (w / v) to form the microspheres. The dried samples showed a high rate of rehydration with an average particle size of  $3.47 \pm 0.51$  mm. On the other hand, samples dried at room temperature had particle sizes of  $1.77 \pm 0.27$  mm, after the rehydration process. It was possible to prove that drying at room temperature significantly influenced the rehydration capacity of the particles.

**KEYWORDS:** Oven Drying. Dry at room temperature. Encapsulation. Rehydration.

### 1 | INTRODUÇÃO

A secagem é uma das formas mais viáveis para preservar a qualidade de um produto durante o armazenamento, evitando perdas em suas propriedades físico-químicas e estendendo o seu tempo de vida útil (GARCIA et al., 2004). Conhecer as peculiaridades de cada material e sua aplicação permite avaliar e determinar qual o melhor método de secagem, se será de forma natural, onde necessita somente de fatores climáticos, ou artificial, quando é necessário a utilização de vias mecânicas, elétricas ou eletrônicas (PACHECO, 2010).

Várias partículas são obtidas em meio líquido após encapsulamento, sendo interessante a secagem para diminuir o volume do produto final e como foi dito anteriormente, aumentar a sua vida útil. O método de encapsulamento ocorre através de um processo de empacotamento do núcleo dentro de um material de parede (MOREIRA, 2008). A tecnologia evita que o núcleo (substância de interesse) sofra efeitos oriundos de sua exposição inadequada, bem como desenvolver produtos diferenciados com novas propriedades inteligentes e funcionais (RÊ, 2000).

Gelificação iônica é um método de encapsulamento especialmente atrativo para a proteção de bioativos, por se tratar de um método simples, não apresentar a necessidade de solventes orgânicos, ser de baixo custo e permitir encapsular compostos hidrofílicos ou hidrofóbicos. Além disso, apresenta uma vasta gama de aplicações (PATIL et al., 2010; THAYA et al., 2018; YADAV et al., 2018).

Alginato de sódio é um dos polissacarídeos mais utilizados como agente encapsulante quando o método escolhido é gelificação iônica. O alginato pode ser obtido através de

algas marinhas marrons das espécies *Laminaria hyperborea*, *Ascophyllum nodosum* e *Macrocystis pyrifera*, e por bactérias como *Azotobacter* e *Pseudomonas*, sendo mais comercializado aquele produzido pelas algas marrons, devido seu baixo custo (ZIA et al., 2015). Trata-se de um polímero biodegradável, pó branco pálido ou marrom amarelado, que apresenta uma mistura de ácidos  $\alpha$ -L-gulurônicos e  $\beta$ -D-manurônicos, responsáveis pela sua característica gelificante (PASQUALIM et al., 2010).

O óleo de pequi rico em carotenoides, ácidos graxos, vitamina A e E apresenta grande versatilidade quanto a sua aplicação e elevado valor econômico (ALVES et al., 2017) Esses constituintes são de grande interesse nas áreas nutracêutica, alimentícia e cosmética, porém são instáveis quando expostos a luz, calor e oxigênio, podendo afetar suas propriedades físico-químicas. Nesse intuito, o encapsulamento se torna uma alternativa viável para preservar seus constituintes (BATISTA et al., 2010; NASCIMENTO, 2016) e diminuir a perda de suas propriedades durante a estocagem (COMUNIAN et al., 2020).

Neste trabalho, avaliou-se a influência de secagem artificial (em estufa 50 °C) e natural (temperatura ambiente) sobre características de partículas microencapsuladas de óleo de pequi obtidas por gelificação iônica a partir de matriz de alginato de sódio.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Formação das partículas com óleo de pequi

As esferas foram produzidas utilizando o Encapsulador 395 – Pro (Buchi) utilizando os parâmetros indicados na Tabela 1. Foram utilizados bicos de extrusão com diferentes diâmetros (120, 300, 400 e 750  $\mu\text{m}$ ) para a formação das microesferas.

<b>Bico (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Frequência (Hz)</b>	<b>Vazão (ml/min)</b>	<b>Carga eletrostática (V)</b>	<b>Agitação (%)</b>
120	2500	1,8	500	30
300	800	6,0	500	30
450	500	11	500	30
750	300	19	500	30

Tabela 1. Parâmetros operacionais do Encapsulador 395-Pro utilizado no processo de formação das esferas.

Na produção das partículas foi preparada uma emulsão de alginato (ALG ) e óleo de pequi (OP) (1:1 m/m) em uma concentração final de 2% (m/v) e em seguida gotejada na solução reticulante de cloreto de cálcio 0,5% (m/v) sob agitação por aproximadamente



20 minutos. As partículas gelificadas foram lavadas com água destilada e submetidas a processo de secagem.

## 2.2 Secagem das partículas

As partículas foram depositadas em placas de petri e secas: a) de forma natural: por 5 dias a temperatura ambiente ( $25 \pm 2$  °C) e b) em estufa com circulação e renovação de ar (SL 102 - SOLAB), a temperatura de 50 °C por 5 horas.

## 2.3 Tamanho das partículas

As amostras recém-encapsuladas foram medidas com o auxílio de um paquímetro (COSA), na qual foram selecionadas 20 esferas de forma aleatória e realizada uma média aritmética para definir o tamanho médio.

As amostras secas e reidratadas foram observadas a partir de micrografias usando o microscópio óptico JENAVAL (Carl Zeiss) equipado com câmera de vídeo e usando o software EDN-2 Microscopy Image Processing System Software para a processamento das imagens. A magnificação óptica foi de 2,5x. O tamanho médio foi calculado com o auxílio do software IMAGE J – NIH, utilizando 20 esferas.

## 2.4 Reidratação das partículas

As partículas secas foram submetidas a processo de reidratação. Para isso, foram pesadas em placa de petri 0,1 g de cada amostra e foi adicionado o volume de 15 mL de água destilada. As amostras foram deixadas em repouso por 24 horas à temperatura ambiente ( $25 \pm 2$  °C) e posteriormente medidas quanto ao tamanho em microscópio óptico JENAVAL (Carl Zeiss). O percentual de reidratação das esferas foi determinado de acordo com a equação 1.

$$P = \frac{TE.R - TE.G}{TE.G} \times 100$$

Equação 1

Onde: P é o percentual de reidratação das esferas, TE.R é o tamanho das esferas reidratadas TE.G é o tamanho das esferas gelatinosas.

# 3 | RESULTADO E DISCUSSÃO

## 3.1 Tamanho das partículas

As esferas recém-preparadas apresentaram diâmetro médio de  $3,50 \pm 0,25$  mm. O uso de bicos vibracionais de tamanhos diferentes não ocasionou variação no tamanho das esferas produzidas. A variação do tamanho das partículas em função do bico de extrusão utilizado, provavelmente é perceptível quando se trabalha com soluções/emulsões com concentrações e viscosidades diferentes. De acordo com Razga et al. (2014) a viscosidade

da solução de alginato tem significativo impacto sobre todos os parâmetros ajustáveis do equipamento. Ela é considerada um parâmetro que influencia o tamanho e o tipo de microesferas preparadas.

O uso dos dois processos de secagem resultaram em partículas de igual tamanho. As partículas tiveram respectivamente, diâmetro médio de  $1,79 \pm 0,18$  e  $1,79 \pm 0,20$  mm quando secas em estufa e a temperatura ambiente.

### 3.2 Avaliação da secagem das partículas

As amostras foram reidratadas por 24 h após submetidas aos dois processos de secagem. Foi possível observar que as amostras secas em estufa apresentaram um alto índice de reidratação, aproximadamente 100% para todos os bicos utilizados, comportamento diferente das amostras secas a temperatura ambiente, como pode ser observado na Figura 1.

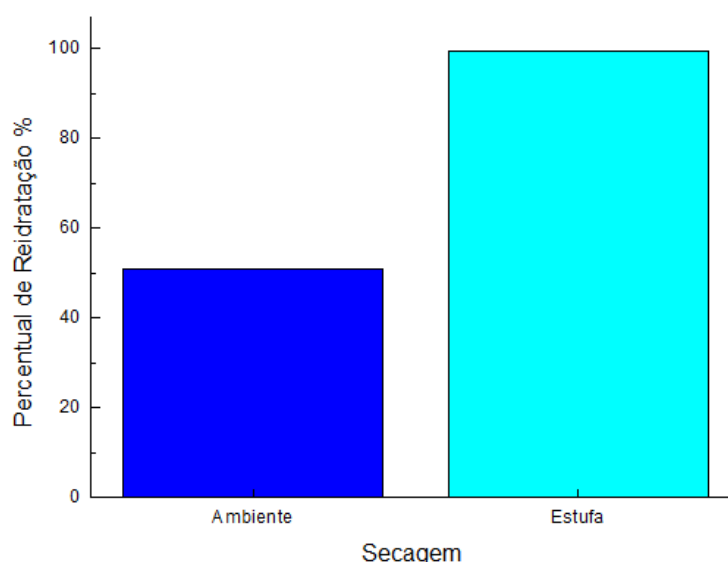


Figura 1 – Representação do Percentual de reidratação das esferas após submetidas aos dois processos de secagem.

Na secagem em estufa, por ser um processo mais homogêneo, onde a umidade do material é liberada de forma controlada e mais rápida, pode ocorrer a formação de fissuras ou poros em sua estrutura, acelerando a reidratação, diferentemente da secagem a temperatura ambiente (AZEREDO, 2012; GARCIA, 2004). Verificou-se que a reidratação das partículas secas a temperatura ambiente não foi completa no tempo de 24 horas, sendo necessária uma avaliação utilizando um intervalo de tempo maior. Este estudo é importante considerando que a capacidade de reidratação está relacionada a a outras características das esferas como a liberação controlada e a preservação do núcleo.

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Gelificação iônica é um vantajoso método de encapsulamento para substâncias sensíveis a altas temperaturas e a outras condições extremas. O encapsulamento utilizando este método é rápido, de baixo custo e simples. Contudo, as partículas obtidas são úmidas e a secagem destas pode facilitar o armazenamento. No presente trabalho, verificou-se que a secagem a temperatura ambiente influenciou o processo de reidratação das esferas. As partículas submetidas a esta condição de secagem apresentaram um intumescimento parcial no intervalo de 24 h. Contrariamente, as partículas submetidas à secagem em estufa (50 °C) apresentaram um rápido intumescimento.

## REFERÊNCIAS

ALVES, D. R. et al. **Flavonoid Composition and Biological Activities of Ethanol Extracts of *Caryocar coriaceum* Wittm., a Native Plant from Caatinga Biome.** Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2017.

AZEREDO, H.M.C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos.** Embrapa Agroindústria Tropical, 2012.

BATISTA, J. S. et al., **Avaliação da atividade cicatrizante do óleo de pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) em feridas cutâneas produzidas experimentalmente em ratos.** Revista Arquivos Instituto Biológico, v. 77, n. 3, p. 441-447, 2010.

COMUNIAN, T. A. et al. **Reducing carotenoid loss during storage by co-encapsulation of pequi and buriti oils in oil-in-water emulsions followed by freeze-drying: Use of heated and unheated whey protein isolates as emulsifiers.** Food Research International, v. 130, p. 108901, 2020.

GARCIA, D.C. et al., **Drying of seeds.** Ciência Rural, v. 34 n.2, p. 603-608. 2004.

MOREIRA, Germano Éder Gadelha. **Obtenção e caracterização de extrato microencapsulado de resíduo agroindustrial de acerola.** 2008. 86 f. Dissertação (Mestrado em Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologias Regionais) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2008.

NASCIMENTO, Marília Alves do. **Obtenção e caracterização de microcápsulas de óleo de pequi em matriz de goma de cajueiro e gelatina por coacervação complexa.** 2016. 64 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) - Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2016.

PACHECO, C.R.F. **Apostila de conceitos básicos de secagem,** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2010.

PASQUALIM, P. et al. **Microcápsulas de alginato de cálcio e óleo vegetal pela técnica de gelificação iônica: um estudo da capacidade de encapsulamento e aplicação dermatológica.** Visão Acadêmica, [S.l.], v. 11, n. 1, jun. 2010. ISSN 1518-8361.

PATIL, J. S. et al. **Ionotropic gelation and polyelectrolyte complexation: the novel techniques to design hydrogel particulate sustained, modulated drug delivery system: a review.** Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures, v. 5, n. 1, p. 241-248, 2010.

RAZGA, F. et al., **Production of Ca-alginate microspheres using Buchi Encapsulator B-395 Pro.** In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON BIOENCAPSULATION, 22., 2014, Slovakia. Anais... Slovakia: 2014.

RÊ, M. I. **Microencapsulação em busca de produtos 'inteligentes'**. Ciência Hoje, São Paulo, v. 27, n.162, p. 24-29, jul. 2000.

THAYA, R. et al. **Síntese de microesferas de quitosana-alginato com alta atividade antimicrobiana e antibiofilme contra patógenos microbianos resistentes a múltiplas drogas**. Patogênese microbiana , v. 114, p. 17-24, 2018.

YADAV, S. K. et al. **Design, optimization and characterizations of chitosan fortified calcium alginate microspheres for the controlled delivery of dual drugs**. Artificial cells, nanomedicine, and biotechnology, v. 46, n. 6, p. 1180-1193, 2018.

ZIA, K. M et al., **Alginate based polyurethanes: A review of recent advances and perspective**. International journal of biological macromolecules, v. 79, p. 377-387, 2015.

## MAPEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS NO OESTE DA BAHIA, COM AUXÍLIO DE GEOPROCESSAMENTO

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 08/06/2020

### Uldérico Rios Oliveira

Universidade do Estado da Bahia - UNEB,  
Departamento de Ciências Humanas – DCH,  
Campus IX, Colegiado de Engenharia Agrônômica  
Barreiras - Bahia  
<http://lattes.cnpq.br/1161613032859309>

### Adilson Alves Costa

Universidade do Estado da Bahia - UNEB,  
Departamento de Ciências Humanas – DCH,  
Campus IX, Colegiado de Engenharia Agrônômica  
Barreiras - Bahia  
<http://lattes.cnpq.br/9444804136268456>

**RESUMO:** O uso de Geoprocessamento a partir da utilização de mapas temáticos tem introduzido novos métodos para o levantamento e mapeamento de solos, proporcionando, assim, uma melhor compreensão entre a paisagem e as classes de solo. Neste contexto, a identificação e mapeamento dos solos servem como subsídio para estudos, planejamentos, levantamentos, análise, dentre outros em distintas áreas da ciência. A presente pesquisa objetivou a elaboração preliminar de mapas e caracterizar as principais classes de solos no

Cerrado do oeste da Bahia dando ênfase as suas potencialidades e limitações através de técnicas de Geoprocessamento. Para realização deste trabalho os dados foram armazenados ao SIG, utilizando o *software* QGIS 2.8.1, a partir de arquivos *shapefiles* disponibilizados pelo IBGE e EMBRAPA, dados de áreas de solos com pontos identificados, classificados e georreferenciados de seis áreas distintas. Dentre as classes de solos mais representativos têm-se os Latossolos, Argissolos, Neossolos quartzarênicos e Gleissolos. O uso de SIG constituiu um material rico em informações e detalhes para a classificação das ordens de solos no oeste da Bahia e nos municípios estudados, apresentados seus respectivos mapas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistema de Informação Geográfica; Banco de Dados Geográfico; Argissolos; Latossolos; Gleissolos.

### SOIL MAPPING AND CHARACTERIZATION IN THE WEST OF BAHIA, WITH GEOPROCESSING SUPPORT

**ABSTRACT:** The use of geoprocessing from the use of thematic maps has introduced new methods for surveying and mapping soils, performances, thus, a better understanding

between the landscape and the soil classes. In this context, the identification and mapping of soils serve as a subsidy for studies, planning, surveys, analysis, among others in different areas of science. The present research aimed at the preliminary elaboration of maps and to characterize the main classes of soils in the Cerrado of western Bahia, emphasizing their potentialities and limitations through Geoprocessing techniques. In order to carry out this work, the data were stored in the GIS, using the software QGIS 2.8.1, from shapefiles files made available by IBGE and EMBRAPA, data from soil areas with identified, classified and georeferenced points from six different areas. Among the most representative soil classes are the Oxisols, Argisols, Quartzarenic Neosols and Gleisols. The use of GIS was a material rich in information and details for the classification of soil orders in western Bahia and in the municipalities studied, presenting their respective maps.

**KEYWORDS:** Geographic Information System; Geographic Database; Argisols; Oxisols; Gleisols.

## 1 | INTRODUÇÃO

O Cerrado representa um dos principais biomas do Brasil com um potencial produtivo de grande importância no cenário nacional e internacional. Seus solos são representados principalmente pelas ordens dos Latossolos (aproximadamente 45%), Neossolos quartzarênicos (aproximadamente 15%) e Argissolos (aproximadamente 15%) (SOUSA; LOBATO, 2004) sendo caracterizados, de forma geral, com textura arenosa a média; solos planos, profundos, baixa capacidade de troca catiônica (CTC), dependendo este, quase que exclusivamente da contribuição da matéria orgânica do solo.

Para melhor estudos dessas classes, o Geoprocessamento tem introduzido novos métodos para o levantamento e mapeamento de solos, por meio da caracterização e modelagem, a partir da utilização de mapas temáticos, tem introduzido novos métodos para o levantamento e mapeamento de solos, proporcionando, assim, uma melhor compreensão entre a paisagem e as classes de solo (SOUZA; SILVA, 2016).

Neste contexto, a caracterização, identificação e mapeamento dos solos servem como subsídio para planejamentos agrícolas, levantamentos do uso da terra, estudos de terras para irrigação, estudos de preservação, análise e recuperação ambientais, predição de desastres naturais como o monitoramento de processos erosivos, dentre outros.

Os programas de planejamento visando à exploração econômica racional tornam-se, cada vez mais necessários, uma vez que a busca de maior aproveitamento econômico passa a ser fator indispensável para o desenvolvimento, seja ele local, regional, nacional ou internacional. Desse modo, os Sistemas de Informações Geográficas - SIGs se apresentam como excelente ferramenta de análise e, conseqüentemente, de planejamento agrícola e ambiental, uma vez que oferecem ferramentas que propiciam a expressão de procedimentos lógicos e matemáticos sobre as variáveis georreferenciadas com uma



incrível economia (PIMENTEL *et al.*, 2011). Com isso, Geoprocessamento é a junção em uma base de dados Georreferenciada com técnicas para obtenção de informação, atualização, processamento e visualização de resultados.

Conforme Assad e Sano (1998), os mapas temáticos descrevem de forma qualitativa a distribuição espacial de uma grandeza geográfica, como os mapas de solos, pedologia ou aptidão agrícola de uma região. Assim, a interpretação de imagens geração de mapas temáticos em escalas diversas aliado a outras medidas como a geração de bancos de dados geográfico a partir de informações georreferenciadas resulta na formação de SIGs como instrumento base para administração, ampliando a capacidade de organização e decisão (SANTOS, 2013).

A presente pesquisa objetivou a elaboração preliminar de mapas e caracterizar as principais classes de solos no Cerrado do oeste da Bahia dando ênfase as suas potencialidades e limitações através de técnicas de Geoprocessamento.

## 2 | METODOLOGIA DE TRABALHO

### 2.1 Área realizada para estudo

A mesorregião do extremo oeste da Bahia compreende uma superfície de aproximadamente 117 mil km<sup>2</sup> (Figura 1). Localiza-se na margem esquerda do Rio São Francisco, tendo como afluentes principais, os rios Grande, Preto, Corrente e Carinhanha (NOU; COSTA, 1994). Trata-se de uma região que corresponde a uma zona de transição entre Cerrado e Caatinga, com predominância de Cerrado. O oeste da Bahia é formado por três microrregiões e 24 municípios: Baianópolis, Barreiras, Catolândia, Formosa do Rio Preto, Luís Eduardo Magalhães, Riachão das Neves e São Desidério - microrregião de Barreiras; Angical, Brejolândia, Cotegipe, Cristópolis, Mansidão, Santa Rita de Cássia, Tabocas do Brejo Velho e Wanderley - microrregião de Cotegipe; e Canápolis, Cocos, Coribe, Correntina, Jaborandi, Santa Maria da Vitória, Santana, São Félix do Coribe e Serra Dourada - microrregião de Santa Maria da Vitória.

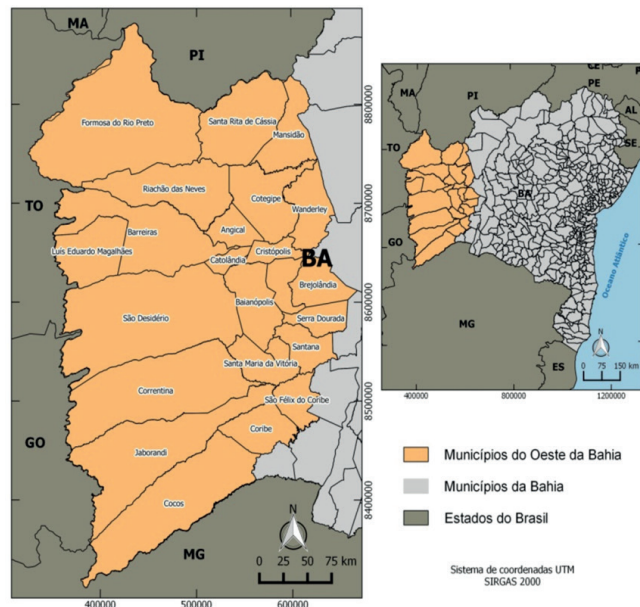


Figura 1. Localização dos municípios, oeste da Bahia.

O oeste da Bahia é a região com maior expansão agrícola no estado. Os solos desenvolvidos sobre as regiões apresentam uma textura arenosa e média, excessivamente drenados, planos e favoráveis ao desenvolvimento da agricultura intensiva e mecanizada (MENKE, 2009). Terras propícias a mecanização e a existência de água tanto para plantio de sequeiro ou com irrigação, estabelecem condições ideais para a implantação do agronegócio voltado para o mercado internacional. As principais culturas plantadas no oeste da Bahia são: soja, algodão, milho e café, sendo também representativas a produção de frutas, feijão, arroz e gramíneas para a formação de pastagens. A soja é a principal cultura da região, ocupando aproximadamente 60% da área cultivada (PEREIRA, 2014).

Para uma melhor análise, descrição dos solos, elaboração de mapas e acurácia dos dados, foram selecionados três municípios do oeste da Bahia, Barreiras, Luís Eduardo Magalhães e São Desidério (Figura 2).

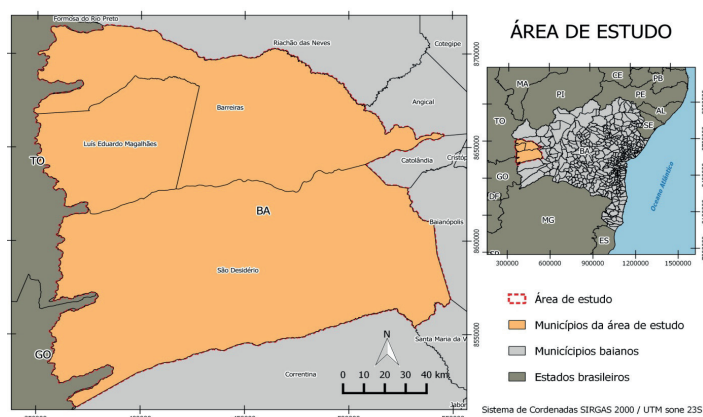


Figura 2. Área de estudo, Barreiras, Luís Eduardo Magalhães e São Desidério, Bahia.

O município de Barreiras possui uma área de aproximadamente 7.859,716km<sup>2</sup> e população estimada em 153.831 habitantes; Luís Eduardo Magalhães (LEM) com área de aproximadamente 3.940,537km<sup>2</sup> e população estimada em 84.754 habitantes; e São Desidério com área de aproximadamente 15.116,367km<sup>2</sup> e população estimada em 33.193 habitantes (IBEGE, 2018). Destacam-se pelas suas intensas transformações impulsionadas pela produção agrícola num cenário nacional e até internacional.

## 2.2 Processamentos dos dados

Para realização deste trabalho os dados foram processados e armazenados ao Sistema de Informação Geográfica - SIG, utilizando o *software* QGIS 2.8.1, a partir de arquivos *shapfiles* disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, mapa de solos obtido pela EMBRAPA, elaborado com base no novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, na escala 1:5.000.000 (IBGE, 2001; EMBRAPA, 2011).

Para acurácia, certificação das classificações dos solos e criação dos mapas de solos foram realizadas validações a partir da análise espacial de dados das áreas dos solos identificados e classificados em campo nos três municípios (Barreiras, Luís Eduardo Magalhães e São Desidério, Bahia), que foram georreferenciados (com o uso da tecnologia *Global Positioning System* - GPS), em seis áreas distintas dos municípios apresentados na Tabela 01.

Área	Cidade	Solo	Coordenadas
01	Barreiras	Neossolos Quartzarênicos	11° 57' 32"S 45° 09' 45"W
02	Luís Eduardo Magalhães	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico	12° 04' 48"S 46° 08' 10"W
03	Barreiras	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico	12° 20' 10,97"S 45° 25' 4,13"W
04	São Desidério	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico	12° 53' 51,2"S 45° 30' 10,9"W
05	Luís Eduardo Magalhães	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico	12° 04' 46" S 46° 08' 1,9"W
06	Barreiras	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico	11° 57' 36,1"S 45° 08' 37,7"W

Tabela 1. Locais das coletas dos solos e suas referidas coordenadas.

Através da criação do banco de dados geográfico no SIG e análises no QGIS foram gerados os mapas de solos do oeste Bahia, mostrando a distribuição dos solos para a região; os mapas para os três municípios selecionados (Barreiras, Luís Eduardo Magalhães e São Desidério) para melhor compreensão e visualização destes, como também, a representação espacial dos pontos de coletas, e por fim apresentando os mapas individuais dos principais solos na região com suas potencialidades e limitações

desses solos.

### 3 | RESULTADOS ENCONTRADOS NO ESTUDO

#### 3.1 Mapeamento dos solos

Dentre as classes de solos mais representativos no oeste da Bahia têm-se os Latossolos, Neossolos Quartzarênicos e Argissolos, além de ser encontrados solos hidromorficos como os Gleissolos. Também ganham destaque, principalmente, na região do Vale, solos pouco desenvolvidos como Cambissolos e Neossolos Litólicos (Figura 3).

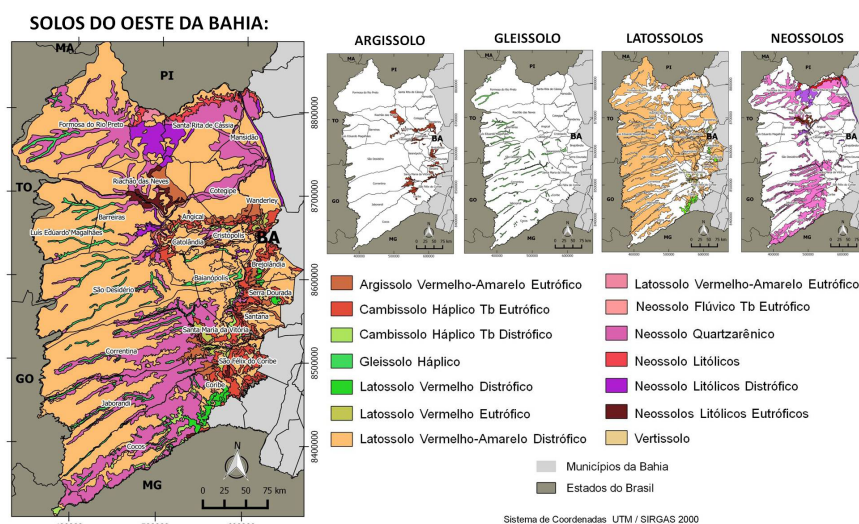


Figura 3. Classes de solo no oeste da Bahia

Neste contexto, o oeste da Bahia tem-se caracterizado por uma cobertura pedológica com potencialidades e limitações, principalmente no tocante fertilidade natural fazendo com o que seu manejo seja uma condição indispensável no cultivo agrícola.

Em análise para os três municípios (Barreiras, Luis Eduardo Magalhães e São Desidério) foram observados a classificação em cinco classes de solos com suas diferentes classes cinco classes de solos (Argissolos, Cambissolos, Gleissolos, Latossolos e Neossolos), sendo o Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico predominante nas áreas de estudo, conforme Figura 4.

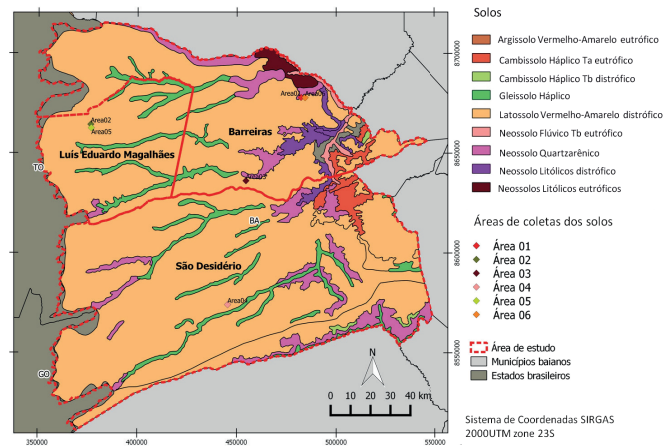


Figura 4. Mapa de solos para os municípios da área de estudo (Barreiras, Luís Eduardo Magalhães e São Desidério, Bahia).

Os solos Gleissolo Háplico, Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico e Neossolo Quartzarênico foram encontrados nos três municípios, todos os solos observados em São Desidério estão presentes nos municípios de Barreiras.

No município de Barreiras foram observados os mesmos solos apresentados para toda a área de estudo. A classificação dos solos foi: Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico, Cambissolo Háplico Ta eutrófico, Cambissolo Háplico Tb distrófico, Gleissolo Háplico, Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, Neossolo Flúvico Tb eutrófico, Neossolo Quartzarênico, Neossolo Litólicos distrófico e Neossolos Litólicos eutróficos (Figura 5).

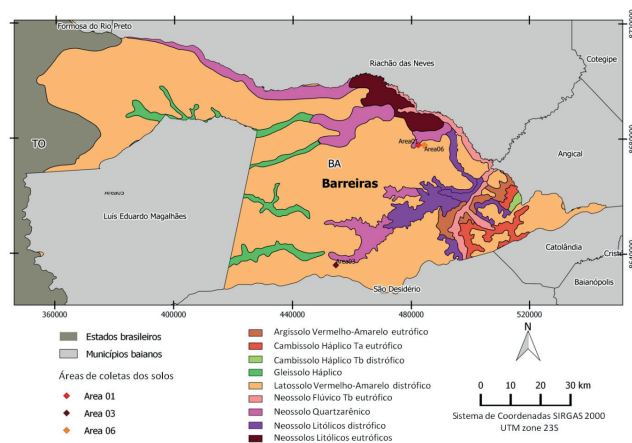


Figura 5. Mapa de solos de Barreiras, Bahia, Brasil

Em Luís Eduardo Magalhães observou se apenas três classes de solos: Latossolos Vermelho-Amarelo distrófico, Gleissolos Háplicos e Neossolos Quartzarênicos, conforme Figura 6.

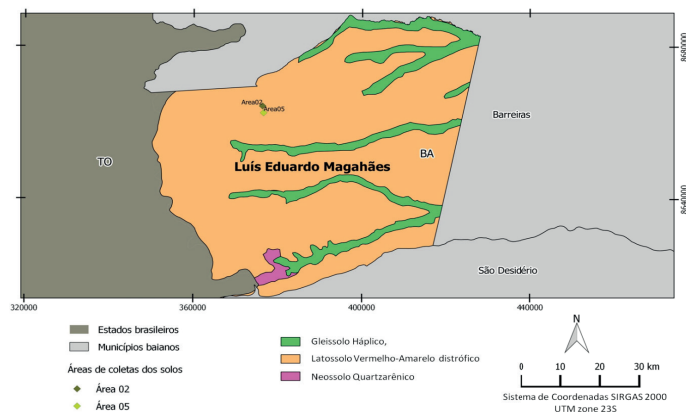


Figura 6. Mapa de solos de Luís Eduardo Magalhães, Bahia, Brasil.

Já em São Desidério apresentaram-se sete classes de solos: Cambissolo Háplico Ta eutrófico, Cambissolo Háplico Tb distrófico, Gleissolo Háplico, Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, Neossolo Flúvico Tb eutrófico, Neossolo Quartzarênico e Neossolo Litólicos distrófico (Figura 7).

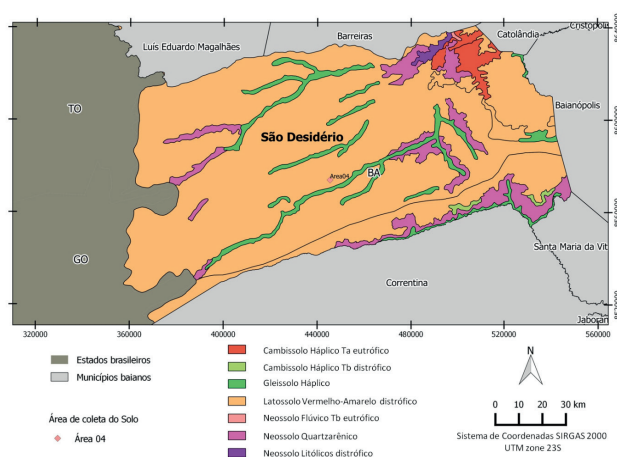


Figura 7. Mapa de solos de São Desidério, Bahia, Brasil.

Em relação aos pontos das seis áreas dos solos identificados, classificados e georreferenciados (Tabela 1) em campo, foram geospacializados no banco de dados geográfico com os mapas de classificação de solos. Assim, observou-se que apenas uma área, área 06, diferiu em relação à ordem de solo, sendo classificado no campo como Neossolo Quartzarênico e no mapa de solos encontra-se classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, distância de aproximadamente 64m, a ocorrência pode estar relacionado a escala (1:5.000.000) do arquivo *shapefile* utilizado para gerar os mapas de solo e ou a precisão do GPS de navegação utilizado.

Em estudo proposto por Souza e Silva (2016) As aplicações das ferramentas do Geoprocessamento se mostram muito útil para a caracterização das classes dos solos, uma vez que através delas foi possível inferir as condições ambientais de formação dos



solos e integrá-los com dados de campo e análises de laboratório.

O banco de dados geográfico gerados, contendo informações sobre os solos vai auxiliou na manutenção e integração das informações do SIG e permiti gerar outros planos de informações para servir de base a realização de diagnósticos e planejamentos agrícolas, levantamentos do uso da terra, estudos de terras para irrigação, estudos de preservação, análise e recuperação ambientais, previsão de desastres naturais como o monitoramento de processos erosivos.

Bongnola et. al. (1997) relatam em estudo de mapeamento, caracterização e manejo dos solos com o auxílio de técnica e ferramentas de Geoprocessamento é um importante aliado como base a realização de diagnostico ambiental e socioambiental.

### 3.2 Potencialidades e limitações dos principais solos do oeste da Bahia

#### 3.2.1 Argissolos

Os Argissolos, provenientes do processo pedogenético podzolização, são solos minerais, não hidromorficos com diversificação em suas propriedades (variação nos teores de nutrientes, textura, profundidades e outras). Devido ao acúmulo de argila se concentrar no horizonte B (abaixo de 20 cm) sua camada superficial fica exposto a sérios problemas de erosão, principalmente quando maior for a declividade do terreno. Entre as condições limitantes, os Argissolos podem ser distróficos (baixa saturação por base) e apresenta atividade da argila baixa (refere-se à capacidade de troca de cátions relativa à fração argila). Na região do oeste da Bahia consta apenas um tipo de Argissolo, conforme Figura 8.

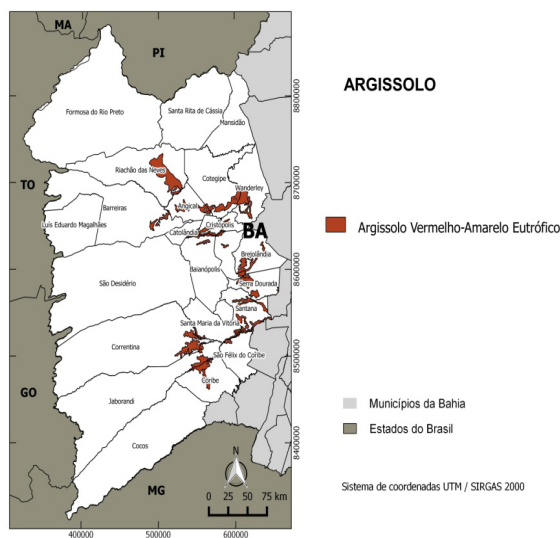


Figura 8. Localização do solo Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, no oeste da Bahia.

Em relação a sua aptidão agrícola deve-se verificar sua condição de fertilidade natural, pois, quando é elevada, sua aptidão é boa para a agricultura, caso contrário,

práticas de manejo vegetativas e mecânica devem ser adotadas. Para muitos autores, culturas perenes são boas alternativas para esses solos, principalmente em situações de declividade. Além do mais, é importante destacar a mudança de textura que pode ocorrer entre a camada superficial (horizonte A) e subsuperficial (horizonte B), pois, são indicativos de erosão. Sua potencialidade está quando esses solos apresentam fertilidade natural alta (eutróficos), com boas condições físicas e em relevos mais suaves favorecem a um maior potencial para uso agrícola.

### 3.2.2 Gleissolos

Os Gleissolos são solos minerais, hidromórficos apresentando horizonte glei com coloração cinzento-olivácea, esverdeado ou azulado. Sua coloração dar-se devido ao processo de gelização, ou seja, redução do ferro em condições anaeróbicas. Sua textura pode ser bastante variada. São solos característica químicas variadas, podendo apresentar alta ou baixa fertilidade dependendo das condições encontradas, assim como suas subclasses.

Dentre os fatores limitantes tem-se a presença de um lençol freático elevado e textura muito argilosa ao longo do perfil do solo. Neste caso, essa classe de solos apresenta grandes problemas para o desenvolvimento das raízes das plantas, pois, em períodos secos ocorre aumento da contração das argilas favorecendo a um endurecimento das mesmas. Outro aspecto a ser levado em consideração refere-se a deficiência de oxigenação que ocorre devido o excesso de água. Devido a esses diversos fatores, não se recomenda sua utilização para fins agrícolas, principalmente por situarem em locais de nascentes dos cursos de água.

Na região do oeste da Bahia é comum encontrar o Gleissolo Háplico (Figura 9), típico de veredas, áreas de vegetação com características próprias, no bioma Cerrado.

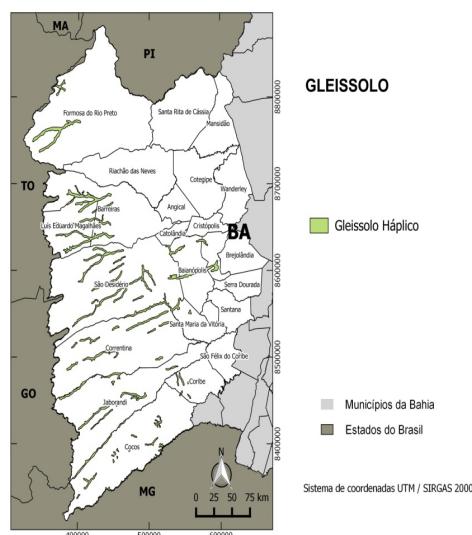


Figura 9. Localização do solo Gleissolo Háplico, oeste da Bahia

### 3.2.3 Neossolos quartzarênicos

Dentre os cinco Neossolos encontrados no oeste da Bahia, podemos destacar os Neossolos Quartzarênicos (Figura 10). São solos originados de depósitos arenosos, com grãos de quartzo altamente resistente ao processo de intemperismo. Suas limitações estão relacionadas a baixa fertilidade, capacidade de troca catiônica e pobre em matéria orgânica. O cuidado deve ser destacado quando utiliza-se culturas anuais, pois, sem o manejo adequado, esses solos ficam muito propício a degradação. O grande desafio para esses solos é a utilização de práticas sustentáveis que visem conservar a matéria orgânica, uma vez que, por apresentar textura arenosa ao longo do perfil do solo, os constituintes orgânicos ficam expostos a maior decomposição devido à ausência da proteção física e química.

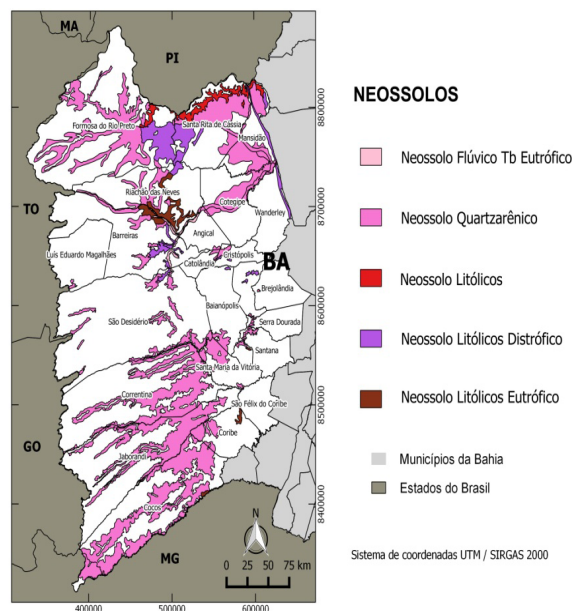


Figura 10. Localização dos solos Neossolo Flúvico Tb Eutrófico, Neossolo Quartzarênico, Neossolo Litólicos, Neossolo Litólicos Distrófico e Neossolo Litólicos Eutrófico, no oeste da Bahia.

As potencialidades apresentam quando estes solos se encontrarem em relevo plano, pois, assim, apresentam potencial de uso agrícola. Podem-se cultivar culturas perenes, porém, requerem um manejo adequado e cuidados intensivos da adubação e erosão.

### 3.2.4 Latossolos

Provenientes do processo pedogenético latolização, que consiste basicamente na lixiviação da sílica e das bases ao longo do perfil do solo, os Latossolos são caracterizados, de forma geral, pela textura arenosa a média, baixa capacidade de troca catiônica (CTC), dependendo este, quase que exclusivamente da contribuição da matéria orgânica do solo, pobres em nutrientes e com problemas de acidez e saturação por alumínio.

No que diz respeito às suas potencialidades, os Latossolos (Figura 11) são áreas privilegiadas de expansão da agricultura especializada em grãos, normalmente, estão situados em relevo plano a suave ondulado, com declividade que raramente ultrapassa 7%, são profundos (superior a 2 metros), porosos, bem permeáveis mesmo quando muito argilosos, friáveis e de fácil preparo, o que possibilita a mecanização. É fundamental não perder de vista que o desenvolvimento dessas culturas supõe a adequação do solo e do regime hídrico a plantas cujas exigências não podem ser satisfeitas pelos recursos disponíveis, pois, nesta classe de solo, torna-se possível a sustentabilidade da agricultura, desde que sejam adotadas técnicas elementares de manejo conservacionistas visando o combate à degradação dos solos.

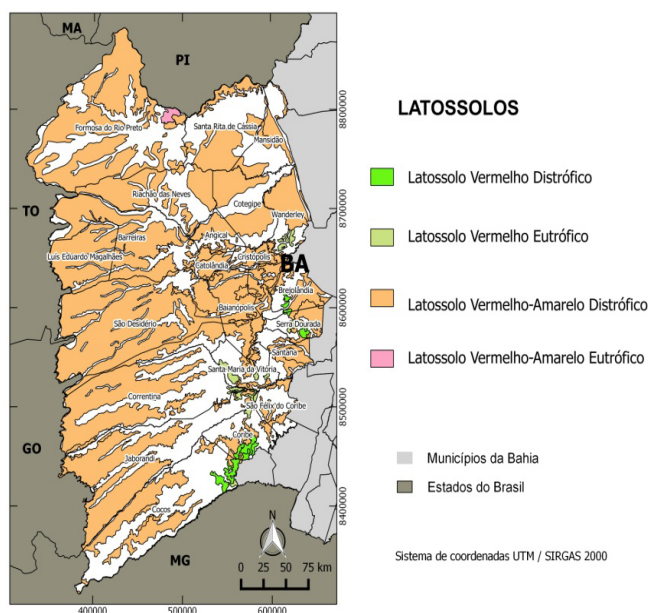


Figura 11. Localização dos solos Latossolo Vermelho Distrófico, Latossolo Vermelho Eutrófico e Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, no oeste da Bahia.

No que diz respeito ao seu manejo, é importante usar o solo de acordo com sua aptidão agrícola, fazer correções baseado na sua acidez, saturação por base e baixa fertilidade, cuidados especiais no seu manejo caso seus teores de argila sejam baixos e sempre manter os solos com uma cobertura vegetal superficial a fim de aumentar a matéria orgânica ao longo do perfil do solo e evitar o contato direto da gota da chuva com a superfície do solo. Neste contexto o uso de práticas conservacionistas vegetativas como o plantio direto são importantes na sua sustentabilidade.

#### 4 | CONCLUSÕES

Através das técnicas de Geoprocessamento foi possível classificar e elaborar mapas das diferentes ordens de solos no oeste da Bahia, além de realizar uma análise mais detalhada para os municípios de Barreira, Luís Eduardo Magalhães e São Desidério.

O uso das técnicas do Geoprocessamento contribuiu em um material rico em informações e detalhes para a classificação das ordens de solos das áreas estudadas, apresentados nos mapas, como a possibilidade de uso para o instrumento de grande relevância no planejamento de atividades agrícolas para o oeste da Bahia, como também integrá-los com dados de campo e análises de laboratório através do banco de dados geográfico gerado no SIG.

## REFERÊNCIAS

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. Sistema de informações geográficas – Aplicações na agricultura. Brasília: **Embrapa – SPI/Embrapa – CPAC**, 2ª. Edição, 1998.

BOGNOLA, I. A. et al. Mapeamento, caracterização e manejo dos solos do Município de Jaguariúna-SP, com auxílio de geoprocessamento. Campinas: **EMBRAPA-CNPM**, nov. 1997a. 38p. (EMBRAPA-CNPM. Circular Técnica, 4). Disponível em: <[https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPM/1328/1/cit4\\_mansolos\\_jaguar.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPM/1328/1/cit4_mansolos_jaguar.pdf)> Acesso em: 01 fev. 2020.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Solos Brasileiros. 2011. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-solos-brasileiros/solos-do-brasil>>. Acesso em: 01 fev. 2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Solos do Brasil**. 2001. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/pedologia/15829-solos.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

IBGE. **Cidades**. 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 17 fev. 2020.

MENKE, A. B.; CARVALHO Jr., O. A.; GOMES, R. A. T.; MARTINS, E. S.; OLIVEIRA, S. N. Análise das mudanças do uso agrícola da terra a partir de dados de sensoriamento remoto multitemporal no município de Luis Eduardo Magalhães (BA - Brasil). **Sociedade & Natureza**, v. 21(3), p. 315-326, 2009.

NOU, E. A. V.; COSTA, N. L. D. A. *Diagnóstico da qualidade ambiental da bacia do rio São Francisco. Sub-bacias do Oeste Baiano e Sobradinho*. Rio de Janeiro: IBGE, **Série Estudos e Pesquisas em Geociências**, 2. 111 p., 1994.

PEREIRA, G. D. **IRRIGAÇÃO POR PIVÔS CENTRAIS NO ESTADO DA BAHIA – BRASIL** / Daniel Pereira Guimarães, Elena Charlotte Landau, Denise Luz de Souza. -- Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2014. 37 p. : il. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679-0154; 107). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1009632/irrigacao-por-pivos-centrais-no-estado-da-bahia---brasil>. Acesso em: 13 jan. 2020.

PIMENTEL, M. L.; DE SOUZA, T. C. L.; TÁVORA, G. S. G.; TURETTA, A. P. D. Mudanças de uso da terra e expansão da agricultura no Oeste da Bahia. **Embrapa Solos-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2011.

SOUZA, D. M. G. de; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. Embrapa Informações Tecnológicas, 2004. 416p.

SOUZA, A. C. C.; SILVA, M. L. Geoprocessamento aplicado ao levantamento de solos no município de Inconfidentes - MG. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, 200-214, 2016.

SANTOS, A. M. F. Mapas temáticos como fundamentos para a gestão ambiental da planície costeira de Icapuí, extremo leste do Ceará. **GEOSABERES: REVISTA DE ESTUDOS GEOEDUCACIONAIS**, v. 3, n. 6, p. 102-114, 2013.

## ÓLEO ESSENCIAL DAS FOLHAS DE *Spiranthera odoratissima* E SUA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA CONTRA DOIS MICRORGANISMOS DE INTERESSE AGRONÔMICO: *Xylella fastidiosa* E *Sclerotinia sclerotiorum*

Data de aceite: 01/07/2020

### **Mayker Lazaro Dantas Miranda**

Professor e Pesquisador do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Campus Uberlândia Centro, Uberlândia, MG, Brasil.

### **Cassia Cristina Fernandes**

Professora e Pesquisadora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, Brasil.

### **Fernando Duarte Cabral**

Mestre em Agroquímica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, Brasil.

### **Flávia Fernanda Alves da Silva**

Mestre em Agroquímica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, Brasil.

### **Josemar Gonçalves de Oliveira Filho**

Mestre em Agroquímica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, Brasil.

### **Wendel Cruvinel de Sousa**

Mestre em Agroquímica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, Brasil.

**RESUMO:** A cigarrinha *Bucephalagonia xanthophis* (Berg) (Hemiptera: Cicadellidae) é um importante vetor da bactéria Gram-negativa

*Xylella fastidiosa*, agente causal da Clorose Variegada dos Citros (CVC). *Xylella fastidiosa* é uma bactéria que se multiplica no xilema de plantas, causando doenças em diversas culturas de importância econômica, como a de citros e lavouras cafeeiras. *Sclerotinia sclerotiorum* é o agente causal da doença conhecida como mofo branco e este fitopatógeno pode acometer principalmente culturas de girassol, soja e feijão. Em continuação aos nossos estudos sobre as atividades biológicas do óleo essencial extraído das folhas de *Spiranthera odoratissima* (SO-OE), este trabalho buscou avaliar suas atividades anti-*Xylella fastidiosa* e anti-*Sclerotinia sclerotiorum in vitro*. SO-OE foi consideravelmente ativo contra *X. fastidiosa* com valor de Concentração Inibitória Mínima (CIM) igual a 62,5 µg/mL. Quando testado contra *S. sclerotiorum*, SO-OE exibiu baixa atividade inibitória do crescimento micelial mesmo quando testado na maior dose de 300 µL, correspondendo a apenas 41,8% de inibição. Em suma, este estudo demonstrou que SO-OE apresenta boa atividade contra *X. fastidiosa* e fraca atividade contra o fungo *S. sclerotiorum*, ambos considerados microrganismos causadores de severos prejuízos para os setores agrônomo e econômico.

**PALAVRAS-CHAVE:** fitopatógenos;



agroquímica; produtos naturais; controle alternativo; atividade antimicrobiana.

**ABSTRACT:** The treehopper *Bucephalogonia xanthophis* (Berg) (Hemiptera: Cicadellidae) is an important vector of the Gram-negative bacterium *Xylella fastidiosa*, the agent that causes Citrus Variegated Chlorosis (CVC). *Xylella fastidiosa*, a bacterium transmitted by plant xylem, causes diseases in several economically important cultures, such as citrus and coffee. The fungus *Sclerotinia sclerotiorum*, which is the phytopathogen that causes a disease known as white mold, may affect mainly sunflower, soybean and bean cultures. In order to deepen our studies of biological activities of essential oil extracted from *Spiranthera odoratissima* leaves (SO-EO), this study aimed at evaluating its anti-*Xylella fastidiosa* and anti-*Sclerotinia sclerotiorum* *in vitro* activities. SO-EO was considerable active against *X. fastidiosa* since its Minimum Inhibitory Concentration (MIC) was 62.5 µg/mL. When it was tested against *S. sclerotiorum*, SO-EO exhibited low mycelial growth inhibition, i. e., just 41.8%, even at the highest dose (300 µL). In sum, this study showed that SO-EO exhibits good activity against *X. fastidiosa* and low one against *S. sclerotiorum*. Both microorganisms cause great harm to agricultural and economic sectors.

**KEYWORDS:** phytopathogens; Agrochemistry; natural products; alternative control; antimicrobial activity.

## 1 | INTRODUÇÃO

*Xylella fastidiosa* é uma bactéria que acomete o xilema de diversas espécies de plantas que possuem interesse econômico, como por exemplo, culturas de laranja-doce e café. No Brasil, esta bactéria causa a doença conhecida como Clorose Variegada dos Citros (CVC), que ataca especificamente a face superior das folhas e drástica redução no tamanho dos frutos. O grande vetor deste patógeno são as cigarrinhas das famílias Cicadellidae que se alimentam da seiva presente no interior do vaso condutor (MIRANDA et al., 2008).

A doença CVC é também conhecida como “amarelinho” devido a sintomas como pequenas manchas amarelas entre as nervuras das folhas, estando presente na porção superior das folhas e também na porção inferior. A literatura descreve que as manchas variam do vermelho claro ao marrom, necrosando após algum tempo a parte do vegetal doente. Em plantas muito afetadas ocorre à desfolha dos ramos, atrofia na copa e redução no tamanho do fruto. Especificamente na espessura da casca do fruto, surgem lesões marrons e amarelecimento precoce, ficando inviável seu consumo “*in natura*” (HIDALGO & MOLINA, 2015).

Diversas características de plantas doentes acometidas por *X. fastidiosa* são reportadas na literatura, como a queda na taxa de fotossíntese, alterações fisiológicas, tais como a redução na transpiração, altas concentrações de ácido abscísico, frutose,

glucose, de cátions  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  e baixas concentrações de  $\text{Zn}^{2+}$  e  $\text{K}^+$ . Além disso, os altos níveis de prolina, ácido abscísico e o aumento na resistência estomática são outros quesitos observados e que estão diretamente associados à senescência foliar (JÚNIOR et al., 2002).

O fungo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary é um patógeno muito agressivo, podendo causar doenças em raízes, flores, vagens, sementes, hastes, madeira e frutos de diversas espécies vegetais de interesse agrônomo comercial. O controle deste fungo é difícil devido a sua dormência, que permite sua sobrevivência de 6 a 8 anos no solo (SILVA et al., 2011). *S. sclerotiorum* é responsável pela doença conhecida como mofo branco e o sintoma mais característico é a podridão úmida coberta por um micélio de cor branca na superfície do solo e/ou tecido hospedeiro, produzindo eventualmente estruturas de resistência denominadas escleródios. Culturas de soja, girassol, canola, ervilha, feijão, alfafa, fumo, tomate e batata são as mais atingidas por este fitopatógeno (DILDEY et al., 2014).

*Spiranthera odoratissima*, conhecida como manacá, é uma espécie de Rutaceae encontrada no Cerrado e rica em óleos essenciais com diversas atividades biológicas já descritas na literatura (CABRAL et al., 2020). Os óleos essenciais de plantas aromáticas e medicinais possuem bioatividades devido a diversidade de constituintes químicos que os compõem. Sabe-se que estes constituintes químicos atuam através de vários mecanismos de ação e que muitos deles ainda não são totalmente elucidados (PANDEY & SINGH, 2017).

Em continuação aos estudos de nosso grupo de pesquisa com a espécie *S. odoratissima* (CABRAL et al., 2019) (Figura 1), este trabalho teve como objetivo, investigar pela primeira vez a atividade antimicrobiana *in vitro* do óleo essencial das folhas frescas de *S. odoratissima* contra *X. fastidiosa* e *S. sclerotiorum*, dois patógenos oportunistas que adoecem diversos tipos de culturas e causam perdas importantes para agricultura e o setor comercial.



Figura 1. *Spiranthera odoratissima* (Rutaceae). Fonte: Autor.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Material vegetal e obtenção do óleo essencial

As folhas de *Spiranthera odoratissima* (S16°24'11.2"S e 51°06'41.4"W) foram coletadas em novembro de 2017 em Iporá, Estado de Goiás, Brasil. A espécie botânica foi identificada pela mestre Erika Amaral e registrada com número #1039. Esta amostra foi depositada no herbarium de Rio Verde, no Instituto Federal Goiano (IFGOIANO). As folhas frescas (300 mg) foram submetidas ao processo de hidrodestilação em aparelho Clevenger por 3 horas (Figura 2). O material vegetal foi dividido em três extrações (100 g, cada) para um volume de 500 mL de água destilada. Depois de recolher manualmente o óleo, este foi seco com sulfato de sódio anidro para remoção de qualquer quantidade de água residual e em seguida procedeu-se com a filtração. O óleo essencial obtido foi armazenado em frasco de vidro âmbar e mantido em geladeira para conservação até o momento da realização das atividades antibacteriana e antifúngica *in vitro*.

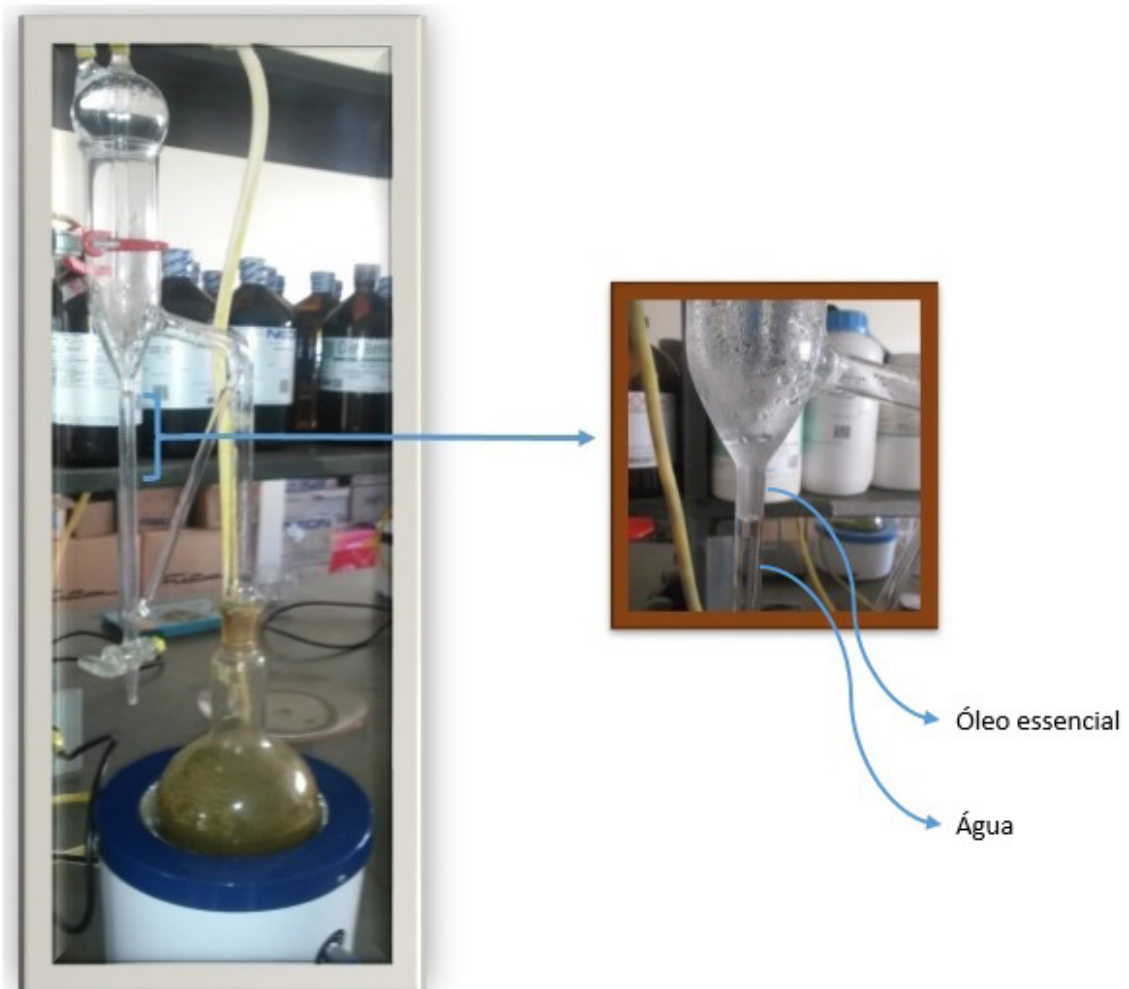


Figura 2. Extração de óleo essencial em aparelho Clevenger. (Fonte: Autor)

## 2.2 Atividade antibacteriana *in vitro*

A linhagem de *X. fastidiosa* 9a5c utilizada neste estudo foi coletada de batatas infectadas que foram compradas em Ipuúna, município do interior de Minas Gerais, Brasil. As cepas foram mantidas na coleção de culturas do Laboratório de Pesquisa em Microbiologia Aplicada (LaPeMA), localizado na Universidade de Franca, São Paulo, Brasil. O material biológico foi mantido sob criopreservação a  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  em caldo de pervinca (PW) com glicerol a 20% (v/v). A metodologia empregada para determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM) do óleo essencial das folhas de *S. odoratissima* foi a mesma descrita recentemente para outros dezessete tipos de óleos essenciais (SANTIAGO et al., 2018).

## 2.3 Atividade antifúngica *in vitro*

O isolado de *Sclerotinia sclerotiorum* Ss12 (BRM 29673) foi fornecido pela Embrapa Arroz e Feijão, cuja sede é em Santo Antônio de Goiás, GO, Brasil. Os ensaios foram realizados no laboratório de microbiologia agrícola do IF Goiano - Campus Rio Verde e a atividade antifúngica do óleo essencial de *S. odoratissima* foi avaliada de acordo com o método de disco-difusão já descrito na literatura (XAVIER et al., 2016). As doses de óleo essencial utilizadas foram: 50 - 300  $\mu\text{L}$ . Controles negativos foram colocados sem adição de óleo essencial (testemunha) enquanto o controle positivo utilizado foi o fungicida Frowncide 500 SC, a 10  $\mu\text{g}/\text{mL}$  do princípio ativo (fluazinam). O tratamento foi realizado em quadruplicado e o delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos foram avaliadas pelo teste de Scott-Knott a 5 % de significância pelo software ASSISTAT.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As atividades antibacteriana e antifúngica observadas para o óleo essencial das folhas de *S. odoratissima* podem estar diretamente relacionadas a composição química do óleo investigado. No trabalho recente publicado pelo nosso grupo de pesquisa aponta os seguintes constituintes químicos majoritários presentes no SO-OE, são eles:  $\beta$ -cariofileno (23.8%), biciclogermacreno (10.8%, **1**),  $\delta$ -cadineno (7.1%, **2**), germacreno D (5.9%, **3**),  $\alpha$ -copaeno (5.5%, **4**) e  $\beta$ -elemeno (5.3%, **5**) (Tabela 1; Figura 3) (CABRAL et al., 2019). Estudos anteriores revelaram que os constituintes majoritários do óleo essencial das folhas desta mesma espécie foram os seguintes terpenos:  $\beta$ -cariofileno (20,64%),  $\gamma$ -muuroleno (17,70%), biciclogermacreno (14,73%), e  $\delta$ -cadineno (13,40%) (CHAIBUB et al., 2013).

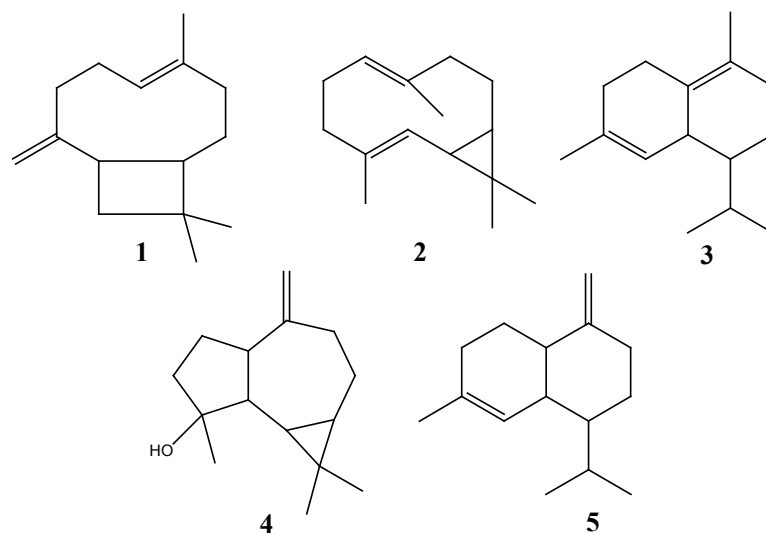


Figura 3. Estruturas químicas dos constituintes majoritários presentes no óleo essencial das folhas de *S. odoratissima* (Rutaceae).

Compostos	IR <sub>exp</sub>	IR <sub>lit</sub>	AR%
Limoneno	1030	1031	0.5
Bicicloelemeno	1327	1331	1.3
$\alpha$ -Cubebeno	1358	1352	2.3
<b><math>\alpha</math>-Copaeno</b>	<b>1365</b>	<b>1372</b>	<b>5.5</b>
$\beta$ -Elemeno	1389	1392	5.3
<b><math>\beta</math>-Cariofileno</b>	<b>1416</b>	<b>1418</b>	<b>23.8</b>
$\alpha$ -Bergamoteno	1430	1436	0.6
$\alpha$ -Humuleno	1447	1455	4.8
Alloaromadendreno	1455	1461	2.6
$\gamma$ -Muuroleno	1472	1477	1.1
<b>Germacreno D</b>	<b>1478</b>	<b>1480</b>	<b>5.9</b>
$\beta$ -Selineno	1482	1485	1.5
<b>Biciclogermacreno</b>	<b>1490</b>	<b>1496</b>	<b>10.8</b>
Germacreno A	1501	1503	0.4
$\gamma$ -Cadineno	1510	1513	3.0
<b><math>\delta</math>-Cadineno</b>	<b>1521</b>	<b>1524</b>	<b>7.1</b>
$\alpha$ -Cadineno	1533	1538	0.3
Germacreno B	1554	1561	0.5
Espatulanol	1581	1578	2.9
Óxido de cariofileno	1585	1583	1.6
Viridiflorol	1591	1595	1.2
Carotol	1613	1597	0.3
Humulane-1.6-dien-3-ol	1618	1619	0.3
Epóxido de isoaromadendreno	1623	1622	0.5
$\tau$ -Muurolol	1643	1640	4.3
$\delta$ -Cadinol	1647	1645	0.5
$\alpha$ -Cadinol	1658	1653	4.7
Nootkatone	1810	1807	0.2
Total			93.8

Tabela 1. Composição química do óleo essencial das folhas frescas de *S. odoratissima* (Rutaceae).

IR<sub>exp</sub>: índice de retenção experimental. IR<sub>lit</sub>: índice de retenção da literatura (ADAMS, 2007). AR%: Abundância relativa.



Os óleos essenciais das folhas de *S. odoratissima* e inclusive de suas flores já mostraram atividade frente a uma gama de diferentes cepas bacterianas, dentre algumas pode-se citar: *Yersinia enterocolitica* (MIC = 0.30 mg/mL), *Staphylococcus aureus* (MIC = 0.12 mg/mL), *Clostridium botulinum* (MIC = 0.30 mg/mL), *Bacillus cereus* (MIC = 0.20 mg/mL) and *Listeria monocytogenes* (MIC = 0.25 mg/mL) (CABRAL et al., 2020). Cabe destacar que este é o primeiro relato da atividade antibacteriana de SO-OE frente a *X. fastidiosa*, um tipo de bactéria que traz sérios problemas para a agricultura.

O resultado preliminar obtido na forma de Concentração Inibitória Mínima (CIM =  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ), determinada em placa de 96 poços, revelou que SO-OE possui boa atividade contra *X. fastidiosa*, já que seu valor foi igual 62,5  $\mu\text{g}/\text{mL}$ . A literatura reforça esta evidência um vez que descreve que produtos naturais com boa atividade antibacteriana devem apresentar valores de CIM menores que 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$  (HOLETZ et al., 2002).

Em relação a atividade anti-*Sclerotinia sclerotiorum*, o percentual de inibição do crescimento (PIC) deste fitopatógeno causado pelo emprego de óleo essencial das folhas de *S. odoratissima* é apresentado na Figura 4. O óleo essencial das folhas de *S. odoratissima* foi capaz de inibir, mesmo em baixa porcentagem (< 50%), o crescimento de *S. sclerotiorum* com valores de PIC variando de 22,8 a 41,8%. Os resultados indicaram diferenças significativas na inibição do crescimento micelial apenas na maior dose testada de 300  $\mu\text{L}$ .

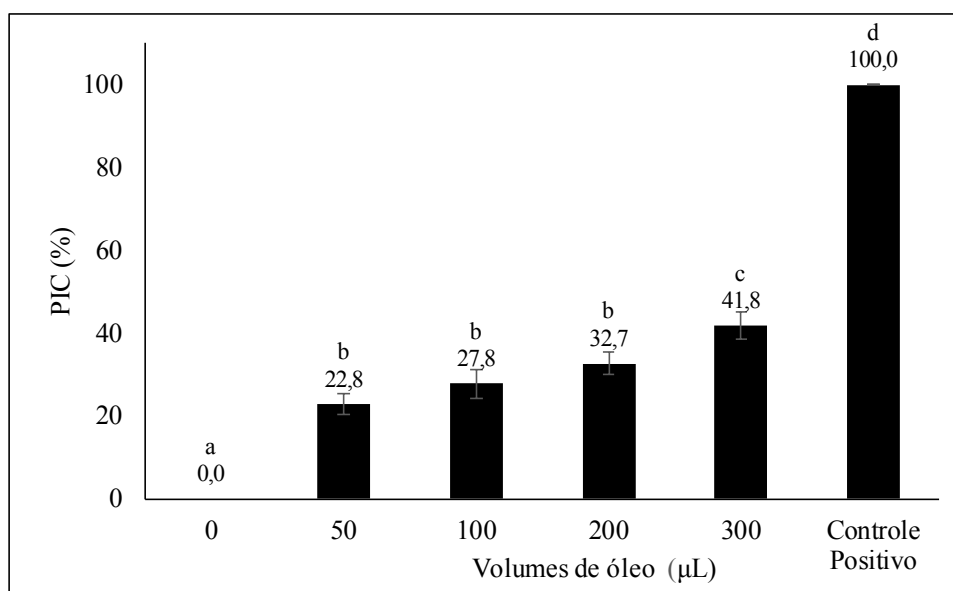


Figura 4. Percentual de inibição do crescimento de *Sclerotinia sclerotiorum* em diferentes volumes e/ou doses de óleo essencial das folhas de *S. odoratissima*. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% pelo teste Scott-Knott.

Em comparação com outros óleos essenciais ativos contra o mofo branco já testados pelo nosso grupo de pesquisa, SO-OE mostrou-se pouco eficiente na inibição deste mesmo fungo. Por outro lado, o óleo essencial das folhas de *Psidium guajava*, *Cardiophyllum calophyllum* e *Murraya paniculata* foram consideravelmente mais ativos que SO-OE na



mesma dose de 300  $\mu$ L (Silva et al., 2018; XAVIER et al., 2016; SILVA et al., 2019). O fraco poder antifúngico de SO-OE pode ser justificado pela ausência de constituintes químicos que exerçam satisfatoriamente esta ação.

## 4 | CONCLUSÃO

Este estudo permitiu evidenciar outras atividades biológicas *in vitro* do óleo essencial extraído de folhas de *S. odoratissima*. O levantamento bibliográfico possibilitou conhecer o potencial farmacológico desta espécie de Rutaceae naturalmente encontrada no Cerrado goiano, tendo em vista o uso de várias partes da planta no tratamento de diversas enfermidades. Em suma, este estudo complementa os dados já publicados na literatura para esta espécie e revela que o SO-OE é promissor para futuros estudos antibacterianos *in vivo* contra *X. fastidiosa*. Entretanto, SO-OE mostrou fraca atividade antifúngica contra o fitopatógeno *S. sclerotiorum*.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a CAPES e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, *Campus* Rio Verde, pelo suporte financeiro.

## REFERÊNCIAS

- ADAMS, R. P., (2007). **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy**. Allured publishing Co. Carol Stream, Illinois.
- CABRAL, F. D., ALVES, C. C. F., CABRAL, S. C., WILLRICH, G. B., CROTTI, A. E. M., & MIRANDA, M. L. D. (2019). **Chemical constituents of essential oils extracted from the leaves and flowers of *Spiranthera odoratissima* A. St. Hil. (Rutaceae)**. *Records of Natural Products*, 13(2), 172-175.
- CABRAL, F. D., FERNANDES, C. C., WILLRICH, G. B., CROTTI, A. E. M., SOUZA, J. M., MARTINS, C. H. G., & MIRANDA, M. L. D., (2020). ***In vitro* antimicrobial activity of *Spiranthera odoratissima* A. St. Hil. essential oils against foodborne pathogens and food spoilage bacteria**. *Australian Journal of Crop Science*, 14(2), 333-338.
- CHAIBUB, B. A., OLIVEIRA, T. B., FIUZA, T. S., BARA, M. T. F., TRESVENZOL, L. M. F., & PAULA, J. R., (2013). **Composição química do óleo essencial e avaliação da atividade antimicrobiana do óleo essencial, extrato etanólico bruto e frações das folhas de *Spiranthera odoratissima* A. St.-Hil.** *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 15(2), 225-229.
- DILDEY, O. D. F., BARBIAN, J. M., GONÇALVES, E. D. V., BROETTO, L., ETHUR, L. Z., KUHN, O. J., & BONETT, L. P., (2014). **Inibição do crescimento *in vitro* de *Sclerotinia sclerotiorum*, causador do mofo branco, por isolados de *Trichoderma* spp.** *Revista Brasileira de Biociências*, 12(3), 132-136.
- HIDALGO, M. R., & MOLINA, R. O., (2015). **Avaliação de cigarrinhas vetoras de *Xylella fastidiosa* no período da primavera na cidade de Alto Paraná**. *Revista de Saúde e Biologia*, 10(1), 01-05.

HOLETZ, F. B., PESSINI, G. L., SANCHES, N. R., CORTEZ, D. A. G., NAKAMURA, C. V., & FILHO, B. P. D., (2002). **Screening of some plants used in the Brazilian folk medicine for the treatment of infectious diseases.** *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 97(7), 1027-1031.

JÚNIOR, W. D. P., LACAVAL, P. M., LI, W., MIRANDA, V. S., COSTA, P. I., FARIAS, P. R. S., HARTUNG, J. S., PEREIRA, E. O., & FRANCISCHINI, F. J. B., (2002). **Xylella fastidiosa em frutos e sementes de laranja-doce afetados pela clorose variegada dos citros.** *Laranja*, 23(1), 183-202.

MIRANDA, M. P., VIOLA, D. N., MARQUES, R. N., BONANI, J. P., & LOPES, J. R. S., (2008). **Locais e período de alimentação da cigarrinha vetora de Xylella fastidiosa, Bucephalogonia xanthophis (Berg) (Hemiptera: Cicadellidae), em mudas cítricas.** *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30(4), 913-918.

PANDEY, A. K., & SINGH, P., (2017). **The genus Artemisia: A 2012-2017 literature review on chemical composition, antimicrobial, insecticidal and antioxidante activities of essential oils.** *Medicines*, 4(1), 68.

SANTIAGO, M. B., MORAES, T. S., MASSUCO, J. E., SILVA, L. O., LUCARINI, R., SILVA, D. F., VIEIRA, T. M., CROTTI, A. E. M., & MARTINS, C. H. G., (2018). **In vitro evaluation of essential oils for potential antibacterial effects against Xylella fastidiosa.** *Journal of Phytopathology*, 2018(1), 1-9.

SILVA, F. P. M., GAVASSONI, W. L., BACCHI, L. M. A., & GARCEZ, F. R., (2011). **Germinação carpopogênica de Sclerotinia sclerotiorum sob diferentes resíduos e extratos de plantas cultivadas.** *Summa Phytopathology*, 37(3), 131-136.

SILVA, E. A. J., SILVA, V. P., ALVES, C. C. F., ALVES, J. M., SOUCHIE, E. L., & BARBOSA, L. C. A., (2018). **Chemical composition of the essential oil of Psidium guajava leaves and its toxicity against Sclerotinia sclerotiorum.** *Semina: Ciências Agrárias*, 39(2), 865-874.

SILVA, F. F. A., ALVES, C. C. F., FILHO, J. G. O., VIEIRA, T. M., CROTTI, A. E. M., & MIRANDA, M. L. D., (2019). **Chemical constituents of essential oil from Murraya paniculata leaves and its application to in vitro biological control of the fungus Sclerotinia sclerotiorum.** *Food Science and Technology*, 39(Suppl. 2), 413-417.

XAVIER, M. N., ALVES, J. M., CARNEIRO, N. S., SOUCHIE, E. L., SILVA, E. A. J., MARTINS, C. H. G., AMBROSIO, M. A. L. V., EGEA, M. B., ALVES, C. C. F., & MIRANDA, M. L. D. (2016). **Composição química do óleo essencial de Cardiopetalum calophyllum Schldl. (Annonaceae) e suas atividades antioxidante, antibacteriana e antifúngica.** *Revista Virtual de Química*, 8(5), 1433-1448.

## OVOCENTESE COMO TRATAMENTO PARA DISTOCIA EM CORN SNAKE (*Pantherophis guttatus*)

Data de aceite: 01/07/2020

### Zara Caroline Raquel de Oliveira

Acadêmico de Medicina Veterinária pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Mossoró-RN.

### Amanda de Carvalho Moreira

Acadêmico de Medicina Veterinária pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Mossoró-RN.

### Fabiano Rocha Prazeres Júnior

Residente em Clínica Médica e Cirúrgica de Animais Silvestres da UFERSA, Mossoró-RN.

### Vanessa Silva Santana

Residente em Clínica Médica e Cirúrgica de Animais Silvestres da UFERSA, Mossoró-RN.

### Caroline Coelho Rocha

Residente em Diagnóstico por Imagem de Animais de Companhia da UFERSA, Mossoró-RN.

### Marcelo Almeida de Sousa Jucá

Médico Veterinário.  
marcelojuca@hotmail.com.br

**RESUMO:** A corn snake (*Pantherophis guttatus*) é uma espécie de serpente nativa dos Estados Unidos e México, que vem tornando-se bastante atrativa no mercado. Casos de distocia são pouco relatados e de baixa incidência em répteis de cativeiro, e podem ser constatados após um intervalo de 48 horas sem resolução da ovoposição. O objetivo desse trabalho é

relatar o procedimento de ovocentese realizado como tratamento para distocia em corn snake. Foi atendida uma corn snake apresentando aumento de tamanho na região cloacal com histórico de ter realizado postura de 21 ovos há 15 dias. Para resolução do caso, optou-se pela ovocentese por ser um procedimento conservativo, evitando-se a intervenção cirúrgica. O animal recebeu alta. Conclui-se que a retirada do ovo por ovocentese consiste em um tratamento eficaz.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ultrassom. Serpentes. Répteis. Reprodução

**ABSTRACT:** The corn snake (*Pantherophis guttatus*) is a species of snake native to the United States and Mexico, which has become quite attractive in the market. Dystocia cases are poorly reported and have low incidence in captive reptiles, and can be seen after a 48-hour interval without resolution of oviposition. The objective of this work is to report the ovocentesis procedure performed as a treatment for dystocia in corn snake. A corn snake was seen presenting an increase in size in the cloacal region with a history of having laid 21 eggs 15 days ago. To solve the case, we opted for ovocentesis because it is a conservative procedure, avoiding surgical intervention. The animal was discharged. It is

concluded that the removal of the egg by ovocentesis is an effective treatment.

**KEYWORDS:** Ultrasound, Snakes, Reptiles, Reproduction

## INTRODUÇÃO

A corn snake (*Pantherophis guttatus*) é uma espécie de serpente nativa dos Estados Unidos e México, que vem tornando-se bastante atrativa no mercado pet devido aos diversos padrões de cores e marcações que apresentam. Casos de distocia são pouco relatados em répteis selvagens, além de apresentar uma baixa incidência em répteis de cativeiro. O quadro de distocia pode ser constatado após um intervalo de 48 horas sem resolução da ovoposição. O tratamento é estabelecido com base no tipo de distocia e grau de evolução do quadro do animal. Em casos de distocia simples pode-se optar pelo tratamento clínico, porém quando ocorre obstrução, a remoção cirúrgica é recomendada. O objetivo desse trabalho é relatar o procedimento de ovocentese realizado como tratamento para distocia em corn snake.

## MÉTODO

Foi encaminhada ao Hospital Veterinário da Universidade Federal Rural do Semi-Árido uma corn snake, pesando 576 g e com 5 anos de idade. O tutor relatou que a serpente realizou postura de 21 ovos há aproximadamente 15 dias, sendo observado um aumento de tamanho na região cloacal durante esse período. O animal estava apático, recusando alimentação e permanecia em sua toca. Foi feita avaliação completa do animal, junto à solicitação de exames complementares de imagem. Por palpação, foi possível observar que o aumento de volume relatado era compatível com ovos. Na ultrassonografia foi possível identificar a presença de três estruturas, medindo aproximadamente (3,39cm x 1,98cm), com contornos regulares, conteúdo ecogênico e paredes hiperecóticas, ao longo da região do oviduto. A terapia de suporte foi realizada utilizando solução de ringer com lactato (10ml) e gluconato de cálcio (70mg/kg). Optou-se pelo tratamento conservativo, realizando-se a ovocentese através da parede abdominal. O procedimento foi guiado por imagem de ultrassonografia, realizando identificação das estruturas e posterior aspiração do conteúdo dos ovos com auxílio de uma seringa de 10ml. Em seguida, utilizou-se Lactulona® para realização de enema para lubrificação, facilitando a expulsão das cascas. Aproximadamente 10 horas após o procedimento, foi possível observar a expulsão da primeira casca de ovo.

## RESULTADOS

De acordo com a literatura, a ação da ocitocina é eficaz para distocias em quelônios, contudo, ainda são escassos os estudos de sua ação em serpentes, sendo indicada outras formas para resolução do quadro. Diante disso, optou-se pela ovocentese, consistindo em um procedimento conservativo, evitando a intervenção cirúrgica. O tratamento estabelecido obteve sucesso total, visto que em menos de 12 horas já havia ocorrido a expulsão da primeira casca de ovo. O tutor relatou ainda, que o animal voltou a se comportar normalmente, alimentando-se 7 dias após o procedimento, e expulsando as demais cascas após 10 dias.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que a retirada do ovo por ovocentese pode ser realizada através da cloaca ou através da parede abdominal por aspiração, consistindo em um tratamento eficaz e possibilitando assim um procedimento minimamente invasivo, visto que a remoção cirúrgica pode gerar um maior risco para o indivíduo.

## POTENCIAL TECNOLÓGICO DOS FRUTOS DE ACEROLA (*Malpighia* sp.) PARA ELABORAÇÃO DE FERMENTADOS ALCOÓLICOS UTILIZANDO CEPAS DE *Candida* sp. E *Pichia* sp.

Data de aceite: 01/07/2020

### **Vanessa Alves Coimbra**

Instituto Federal do Maranhão-Campus São Luís-  
Maracanã  
São Luís, Maranhão  
Link lattes: <http://lattes.cnpq.br/1855653100255284>

### **Josilene Lima Serra**

Instituto Federal do Maranhão-Campus São Luís-  
Maracanã  
São Luís, Maranhão  
Link lattes: <http://lattes.cnpq.br/8413662880147518>

### **Lucy Mara Nascimento Rocha**

Instituto Federal do Maranhão-Campus São Luís-  
Maracanã  
São Luís, Maranhão  
Link lattes: <http://lattes.cnpq.br/5904782967696442>

### **Adenilde Nascimento Mouchreck**

Universidade Federal do Maranhão- Campus  
Bacanga  
São Luís, Maranhão  
Link lattes: <http://lattes.cnpq.br/0141868231910835>

### **Rayone Wesley Santos de Oliveira**

Universidade Federal do Maranhão- Campus  
Bacanga  
São Luís, Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/4459395131619734>

### **Aparecida Selsiane Sousa Carvalho**

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de  
Janeiro, Rio de Janeiro.  
São Luís, Maranhão  
Link lattes: <http://lattes.cnpq.br/7100718471924333>

### **Amanda Mara Teles**

Universidade Federal do Maranhão- Campus  
Bacanga  
São Luís, Maranhão  
Link lattes: <http://3933255152524601>

**RESUMO:** A produção de fermentado de frutas a partir do fruto ou polpa de acerola torna-se uma excelente opção para evitar o desperdício desses frutos durante as safras, além de oferecer ao mercado consumidor um produto inovador. Este trabalho teve como objetivo produzir fermentado alcoólico a partir da polpa de acerola, utilizando as cepas de *Pichia* sp. e *Cândida* sp. como co-culturas, visando o aproveitamento tecnológico do fruto. Para a produção dos fermentados alcoólicos foram realizadas as coletas dos frutos de acerola, obtenção da polpa, análise físico-química da polpa, preparo do mosto (diluição da polpa, correção do açúcar, preparo do fermento, adição do inóculo), fermentação alcoólica do mosto (fermentação do mosto, filtração



dos fermentados, engarrafamento e pasteurização), análise microbiológica (contagem de leveduras e produção de  $\beta$ -glicosidase) e físico-química dos fermentados (acidez total, acidez volátil, acidez fixa, densidade, grau alcoólico, pH, extrato seco, açúcares redutores totais, sólidos solúveis, eficiência e rendimento em etanol). A fermentação foi conduzida utilizando uma cultura mista de *Saccharomyces cerevisiae* e cepas de *Pichia* sp., (PI) e *Candida* sp., como co-culturas (CA), selecionadas pela boa capacidade fermentativa de glicose, resistência a 15% de etanol e pela produção de  $\beta$ -glicosidases. As análises microbiológicas foram realizadas para avaliar o crescimento das leveduras, através da contagem em ágar YPG (extrato de levedura, glicose e peptona) durante a fermentação a cada 24 horas pela técnica de microgotas. As placas foram incubadas por 48 horas a 30°C em estufa, após esse período realizou-se a contagem das colônias e os valores foram expressos em UFC mL<sup>-1</sup>. Os fermentados alcoólicos foram submetidos a determinação de coliformes totais para controle de qualidade. O crescimento das leveduras foi lento no período inicial, crescendo a partir de 48 horas. A população máxima das leveduras foi detectada após 72 horas de fermentação, com contagens de  $1,3 \times 10^{-6}$  e  $3,3 \times 10^{-5}$  UFC/mL para CA e PI, respectivamente. Após 96 horas o crescimento dessas leveduras não foi detectado. É interessante destacar que após 48 horas essas leveduras pararam de produzir a  $\beta$ -glicosidase. O °Brix reduziu de 17,5% para 5,6 e 5,3%, bem como, uma leve redução do pH de 3,5 para 3,0. O pH ideal deve ser em torno de 3,0 a 4,0 para que o produto tenha uma resistência alta às contaminações. Neste estudo, o fermentado alcoólico de acerola se manteve dentro da faixa de pH ideal e com um baixo conteúdo de sólidos solúveis. Ainda, o fermentado alcoólico teve uma qualidade microbiológica, não sendo detectado coliformes totais, e também apresentou um aroma frutado característico da acerola. O processo fermentativo elaborado demonstra a possibilidade de produtores utilizarem a acerola como uma alternativa tecnológica e eficaz para a diminuição de desperdício causado na agricultura, bem como, um fermentado alcoólico com características aromáticas únicas e adequado para comercialização.

**PALAVRAS-CHAVE:** Acerola. Leveduras. Fermentação. Fermentado Alcoólico.

## TECHNOLOGICAL POTENTIAL OF ACEROLA FRUITS (*Malpighia* sp.) FOR ELABORATION OF ALCOHOLIC FERMENTED USING *Candida* sp. AND *Pichia* sp. STRAINS

**ABSTRACT:** The production of fermented fruit from acerola fruit or pulp becomes an excellent option to avoid the waste of these fruits during the harvests, besides offering the consumer market an innovative product. This work aimed to produce alcoholic fermented from acerola pulp, using the strains of *Pichia* sp. and *Candida* sp. as co-cultures, aiming at the technological utilization of the fruit. To produce alcoholic fermentations, acerola fruits were collected, pulp extraction, pulp physicochemical analysis, mash preparation (pulp dilution, sugar correction, yeast preparation, inoculum addition), alcoholic fermentation (mash fermentation, ferment filtration, bottling and pasteurization), microbiological analysis (yeast

count and  $\beta$ -glucosidase production) and physicochemical analysis (total acidity, volatile acidity, fixed acidity, density, alcohol by volume, pH, dry extract, total reducing sugars, soluble solids, efficiency and ethanol yield). The fermentation was conducted using a mixed culture of *Saccharomyces cerevisiae* and strains of *Pichia* sp., (PI) and *Candida* sp., as co-cultures (CA), selected for good fermentative glucose capacity, 15% ethanol resistance and  $\beta$ -glucosidase production. Microbiological analyzes were performed to evaluate yeast growth by counting on YPG agar (yeast extract, glucose and peptone) during fermentation every 24 hours by the microdrop technique. Plates were incubated for 48 hours at 30°C in a greenhouse, after that colonies were counted, and values were expressed as CFU/mL<sup>-1</sup>. The alcoholic fermented were submitted to determination of total coliforms for quality control. Yeast growth was slow in the initial period, growing from 48 hours. The maximum yeast population was detected after 72 hours of fermentation, with counts of 1.3x10<sup>-6</sup> and 3.3x10<sup>-5</sup> CFU/mL for CA and PI, respectively. After 96 hours the growth of these yeasts was not detected. Interestingly, after 48 hours these yeasts stopped producing  $\beta$ -glycosidase. °Brix reduced from 17.5% to 5.6 and 5.3%, as well as a slight reduction in pH from 3.5 to 3.0. The ideal pH should be around 3.0 to 4.0 for the product to have a high resistance to contaminations. In this study, the alcoholic fermented acerola was kept within the ideal pH range and with a low soluble solids content. The alcoholic fermented had a microbiological quality, not being detected total coliforms, and also presented a characteristic fruity aroma of acerola. The elaborated fermentative process demonstrates the possibility of producers to use acerola as a technological and effective alternative for the reduction of waste caused in agriculture, as well as an alcoholic fermentate with unique aromatic characteristics and suitable for commercialization.

**KEYWORDS:** Acerola. Yeast. Fermentation. Fermented Alcoholic.

## 1 | INTRODUÇÃO

A acerola é um fruto tropical que se encontra bem adaptado e resistente as condições climáticas do Brasil, com destaque para a região nordeste e sudeste. Adicionalmente, é um fruto que possui uma boa produtividade e qualidade, devido ao melhoramento e manejo dessas culturas. Além disso, possui várias safras ao longo do ano (RITZINGER; RITZINGER, 2011), o que facilita sua aquisição para o processamento, evitando variações na cadeia produtiva.

A demanda crescente por esse fruto no mercado interno e externo tem aumentado por ser rico em vitamina C, um excelente antioxidante natural relativamente estável ao congelamento e que tem despertado o interesse no combate a doenças degenerativas (AQUINO; MOÉS; CASTRO, 2011). Os fatores que aumentam a vida útil da acerola são a diminuição das taxas respiratórias, de síntese e atividade do etileno, especialmente a redução da temperatura ambiente, esses fatores evitam lesões nos frutos, que sempre resultam em aumento da evolução de etileno, constituindo também portas de entrada de microrganismos (RITZINGER; RITZINGER, 2011).

O aproveitamento tecnológico da acerola para produção de um fermentado alcoólico contribui para reduzir o desperdício do fruto no período da safra e desenvolver um produto com melhores características sensoriais e nutricionais. Visto que, há muito desperdício de alimentos, mais especificamente de frutas e isso ajuda a dar um destino mais adequado ao alimento. É importante que os pomares sejam formados a partir de variedades bem definidas, portadoras de características agrônômicas e tecnológicas, adequadas à finalidade a que se destinam (EMBRAPA, 2018).

Segundo a Legislação Brasileira, por meio do Decreto nº 6.871, de 4 de Junho de 2009, o fermentado de fruta é a bebida com graduação alcoólica de quatro a quatorze por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida pela fermentação alcoólica do mosto de fruta sã, fresca e madura de uma única espécie, do respectivo suco integral ou concentrado, ou polpa, que poderá nestes casos, ser adicionado de água (BRASIL, 2009).

Para ser considerado de qualidade, as características físicas, microbiológicas e físico-químicas do fermentado alcoólico ou vinho devem estar enquadradas no que preconiza as legislações vigentes, tais como: limpidez, ausência de corpos estranhos ou em suspensão, teor alcoólico adequado e ausência de corantes e aromatizantes artificiais (BRASIL, 2008).

A acerola como ingrediente para produção do fermentado alcoólico pode ser uma alternativa viável por ter boa resistência às adversas condições climáticas, facilidade de plantio e de compra no comércio informal, o que garante um derivado alcoólico a partir dessa fruta. Dessa forma, é tácito afirmar que a fermentação alcoólica é uma prática muito conhecida, mas que requer novas técnicas e conhecimento científico, para uma produção com qualidade quando se utiliza outras frutas tropicais. Com isso, existe a possibilidade de novos produtos no mercado de bebidas alcoólicas, apresentando uma variedade de fermentado que até então era só elaborado com a uva.

## 2 | METODOLOGIA

Os frutos de acerola para amostragem foram adquiridos no comércio informal do município de São Luís, transportados para laboratório, feita seleção, higienização e maceração dos frutos, o qual foram envasados. Os experimentos de caracterização físico-química da polpa de acerola e fermentado, e as análises microbiológicas foram realizados no Laboratório do Programa de Controle de Qualidade de Águas e Alimentos (PCQA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA).

Para caracterização físico-química da polpa de acerola foram retirados 10 gramas de amostra, pesados em balança analítica, diluída em 10 mL de água destilada, medido o teor de sólidos solúveis totais (°Brix), temperatura em refratômetro digital, medido o pH em aparelho pHmetro digital. Em quintuplicatas foram realizadas as análises: acidez total, umidade, proteína, lipídeos, cinzas, vitamina C, açúcares, fibra bruta, carboidratos,

calorias, sódio, potássio, sólidos solúveis totais e pH, conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Na seleção das linhagens mais promissoras para a fermentação alcoólica do mosto de acerola, foram utilizadas cepas de leveduras *Pichia sp.* e *Candida sp.*, isoladas da fermentação de sementes de cupuaçu (Projeto FAPEMA-GERAÇÃO CIÊNCIA-02311/17), e *S. cerevisiae* de fermento comercial prensado de marca Dr. Oetker. A avaliação da produção de  $\beta$ -glicosidase pelas leveduras para seleção das leveduras produtoras de  $\beta$ -glicosidase foi realizada utilizando a esculina como substrato, conforme metodologia descrita por Perez et al. (2011). As placas foram incubadas em estufa BOD a 30°C, observadas a coloração das placas durante 24, 48 e 72 horas. As colônias que produziram coloração escura no meio foram consideradas produtoras de  $\beta$ -glicosidase.

Foi realizada a avaliação do potencial fermentativo das leveduras através de testes bioquímicos (fermentação de carboidratos, tolerância a concentração de etanol e resistência a diferentes faixas de pH). Para a realização desses testes, foram utilizadas culturas de leveduras ativadas em estufa a 30°C por 24 horas.

A fermentação alcoólica da polpa de acerola foi produzida a partir do mosto constituído de uma mistura 1:1 (v/v, água esterilizada e polpa hidrolisada) com o teor de sólidos solúveis totais (SST) ajustado para 18°Brix, utilizando-se sacarose comercial e pH inicial de 3,0. O mosto foi adicionado de 0,2 g de metabissulfito de potássio com 99% de pureza (VETEC) e permaneceu por repouso por 2 horas, sendo em seguida filtrado em peneira e pasteurizado a 65°C por 30 minutos. Após o preparo do mosto, as culturas das leveduras (*Candida sp.* e *Pichia sp.*) foram inoculadas em co-cultura com a *S. cerevisiae* comercial. A fermentação durou 7 dias e durante esse processo foram coletadas e analisadas amostras quanto a sólidos solúveis através do °Brix, pH e temperatura no tempo de fermentação (0, 48, 96 e 144 horas). Foi realizada também, a contagem de leveduras através da técnica de inoculação em superfície e a verificação da produção de  $\beta$ -glicosidases pelas leveduras durante a fermentação.

Os fermentados alcóolicos foram decantados, filtrados e envasados em garrafas de vidro e pasteurizado em banho-maria a 60°C por 30 minutos. Essas amostras foram encaminhadas para análises físico-químicas e microbiológicas. A caracterização físico-química do mosto (açúcares redutores, sólidos solúveis totais, potencial hidrogeniônico) e fermentado alcoólico de acerola (acidez total, acidez volátil, acidez fixa, extrato seco, teor alcoólico, grau alcoólico, sólidos solúveis totais, potencial hidrogeniônico, açúcares redutores totais, rendimento, eficiência) foram realizadas de acordo com a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz, 2008. A análise microbiológica consistiu na contagem de coliformes totais e a 45°C, conforme metodologia descrita no APHA (2001). Os resultados obtidos foram analisados e calculados a média e desvio padrão apresentados graficamente em software Excel (2017).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Composição físico-química da polpa de acerola

A caracterização físico-química da polpa de acerola e os valores médios podem ser visualizados na tabela 1. O teor de sólidos solúveis totais (°Brix) da polpa de acerola teve como resultado o valor de 5,6%, similar ao percentual relatado pela Portaria nº37 (BRASIL, 2018) que é de 5,5%, apresentando um resultado satisfatório.

Parâmetros	Média ±DP	Legislação*	TACO
°Brix	5,6±0,1	5,5	-
pH	3,44	2,80	-
Temperatura (°C)	24,5±0,4	-	-
Acidez total	1,02±0,01	-	-
Acidez em ácido cítrico (g/100g)	0,65±0,01	0,80	-
Umidade (%)	95,39±0,36	-	93,6
Cinzas (%)	0,27±0,00	-	0,3
Lipídios (%)	0,08±0,07	-	Tr
Proteínas (%)	1,05±0,53	-	0,6
Açúcares redutores (%)	0,81±0,10	-	-
Carboidratos (%)	3,19±0,73	-	5,5

Tabela 1 - Composição físico-química da polpa de acerola

Fonte - Valores mínimos estabelecidos pela Portaria nº 37, de 1 de outubro de 2018 (BRASIL, 2018) e TACO -Tabela brasileira de composição de alimentos. Campinas: NEPA- UNICAMP, 2011.36 e 37p.

Legenda: Potencial Hidrogeniônico (pH). Sólidos Solúveis Totais (°Brix), Tr: Traços.

O pH obteve o valor de 3,44 no presente estudo, de acordo com o que aponta o resultado pela Portaria nº 37 (BRASIL, 2018), o valor mínimo estabelecido é de 2,80 e para Freitas *et al.* (2006), o pH da acerola em completo estágio de maturação encontra-se na faixa de 2,58 a 3,91, o que demonstra que os resultados obtidos estão dentro dos padrões encontrados na literatura e estabelecidos pela legislação vigente.

A acidez total da polpa foi de 1,02 g/100g não tendo nenhum valor na Portaria nº37 (BRASIL, 2018), e na TACO (2011). A acidez expressa em ácido cítrico apresentou um valor de 0,65 g/100g resultado inferior em relação ao valor mencionado pela legislação vigente que é de 0,80 g/100g para o suco de acerola, o que pode ser atribuído as condições de cultivo e estágio de maturação.

A polpa de acerola apresentou alto teor de umidade 95,39% em relação ao que configura o teor de umidade da TACO (2011) que é 93,6%, enquanto pela EMBRAPA (2012) esse valor varia de 89% a 91%. O valor de cinzas foi de 0,27% inferior em relação ao que relata a TACO (2011) que apresenta como parâmetro o valor de 0,3%.

França *et al.* (2003) verificaram a influência do estágio de maturação sobre a

composição físico-química da polpa de acerola. Os dados obtidos pelos pesquisadores para a polpa de acerola madura foram similares aos resultados obtidos neste estudo, tais como o pH (3,18 a 3,40), sólidos solúveis (5,7 a 6,5°Brix), acidez titulável (0,93 a 1,30% ácido cítrico) e umidade (92 a 93%). Segtowick *et al.* (2012) também obtiveram valores similares ao deste estudo na polpa de acerola para pH (3,49), acidez total (1,06% ácido cítrico) e sólidos solúveis (9,45°Brix).

O conteúdo de lipídeo neste estudo foi de 0,08%, resultado esperado pois a polpa de acerola possui um baixo valor lipídico conforme descrito pela TACO (2011), que atribui apenas um valor traço.

As proteínas apresentaram um valor de 1,05%, superior ao descrito pela TACO (2011) que é de 0,6%. Freitas *et al.* (2006) obtiveram um valor menor ao deste estudo (0,9%).

O valor encontrado de açúcares totais na polpa *in natura* foi de 0,81 g/100g, inferior ao encontrado por França (2003). Os carboidratos obtidos por diferença para a polpa de acerola *in natura* também apresentaram um valor inferior ao descrito por Freitas *et al.* (2006) que possui o valor de 7,69 g. Os baixos valores de carboidratos e açúcares refletiram em um baixo valor calórico de 17,68 g, inferior aos descrito pela TACO (2011) com o valor de 22 g.

Em relação a vitamina C o valor foi de 800,68 mg/100g, encontrando-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente (BRASIL, 2018) e superior ao valor descrito pela TACO (2011) de 623,2 mg/100g. A fibra bruta foi extraída pela diferença entre açúcares e carboidratos, com um resultado de 2,37 g, valor maior do que em relação ao que relata a TACO (2011) que tem o valor de 0,7 g.

## 3.2 Seleção das linhagens mais promissoras para a fermentação alcoólica do mosto de acerola

### 3.2.1 Avaliação da produção de $\beta$ -glicosidase pelas leveduras

A produção da enzima  $\beta$ -glicosidase foi acompanhada durante o processo de fermentação alcoólica do mosto da polpa de acerola, através da hidrólise da esculina. Conforme os dados da tabela 2, houve produção dessa enzima apenas a partir de 48 horas. A leveduras *Candida* e *Pichia* apresentaram um crescimento tardio durante o processo de fermentação, o que refletiu na produção tardia dessa enzima.

Gêneros	T0	T24	T48	T72
<i>Candida + SC</i>	(-)	(-)	(+)	(-)
<i>Pichia + SC</i>	(-)	(-)	(+)	(+)

Tabela 2 - Produção da enzima  $\beta$ -glicosidase durante a fermentação alcoólica.

Fonte - Autor



As  $\beta$ -glicosidasas microbianas tem recebido grande atenção devido a sua importância biotecnológica. Possíveis aplicações na liberação de compostos ricos em aroma em sucos e vinhos, liberação de compostos fenólicos com atividade antioxidante a partir de resíduos vegetais, síntese de oligossacarídeos e glicoconjugados, entre outras, vem despertando crescente interesse (DAROIT, 2007).

### 3.2.2 Avaliação do potencial fermentativo das leveduras

A tabela 3 demonstra que a *S. cerevisiae* apresentou resultado positivo para glicose, frutose, sacarose, rafinose e maltose, tendo como valor negativo a galactose e lactose. A *Pichia* possui uma baixa capacidade fermentativa de açúcares redutores como glicose, frutose, galactose, rafinose, lactose e maltose e uma boa capacidade de fermentação da sacarose. Enquanto a *Candida*, possui uma boa capacidade fermentativa de açúcares redutores como glicose, frutose e galactose, apresentando resultado contrário para sacarose, rafinose, lactose e maltose. Esses dados demonstraram que as duas cepas utilizadas possuem distintas capacidades de fermentação de carboidratos, em particular a *Candida*, e isso pode impactar negativamente no processo de fermentação do fermentado alcohólico chaptalizado com sacarose comercial.

Gêneros	Carboidratos						
	GLI (2%)	FRU (2%)	GAL (2%)	SAC (2%)	RAF (2%)	LAC (2%)	MAL (2%)
SC	+	+	-	+	+	-	+
<i>Pichia</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>Candida</i>	+	+	+	-	-	-	-

Tabela 3 - Capacidade fermentativa dos carboidratos pelas leveduras.

Fonte - Autor

Legenda: Glicose (GLI). Frutose (FRU). Galactose (GAL). Sacarose (SAC). Rafinose (RAF). Lactose (LAC). Maltose (MAL). SC (*S. cerevisiae*).

A tabela 4 mostra os resultados obtidos para as cepas submetidas a testes de tolerância a diferentes concentrações de etanol e faixas de pH. Em relação a tolerância ao etanol, na concentração de 5% todas as cepas se adaptaram bem, enquanto, na concentração de 10%, maior concentração tolerada pelas leveduras, apenas a *Candida* e SC cresceram. Esses dados demonstram que concentrações de etanol acima de 10% são tóxicas para as leveduras.

Gêneros	Etanol			pH		
	5%	15%	15%	2,5	4,5	7,5
SC	+	+	-	+	+	+

<i>Pichia</i>	+	-	-	-	+	+
<i>Candida</i>	+	+	-	-	+	+

Tabela 4 - Teste de tolerância das leveduras a diferentes concentrações de etanol e pH.

Fonte - Autor

O pH é um fator determinante para o crescimento das leveduras e um bom processo de fermentação. Um ótimo crescimento das leveduras produtoras de  $\beta$ -glicosidases foi observado em pH de 4,5 e 7,5, diferentemente de pH mais ácidos, como o pH de 2,5, as quais não cresceram.

### 3.3 Acompanhamento do crescimento das leveduras durante a fermentação

Os dados de crescimento das leveduras durante a fermentação alcoólica do mosto da polpa de acerola encontram-se na figura 1. O crescimento das leveduras foi lento no período inicial, crescendo a partir de 48 horas. A população máxima das leveduras foi detectada após 48 e 72 horas de fermentação, com contagens 6,1 e 6,1 log (UFC/mL) para *Candida* e *Pichia*, respectivamente, utilizadas como co-cultura com SC. Após 96 horas o crescimento da *Candida* sp. não foi detectado e houve redução no crescimento da *Pichia* sp.

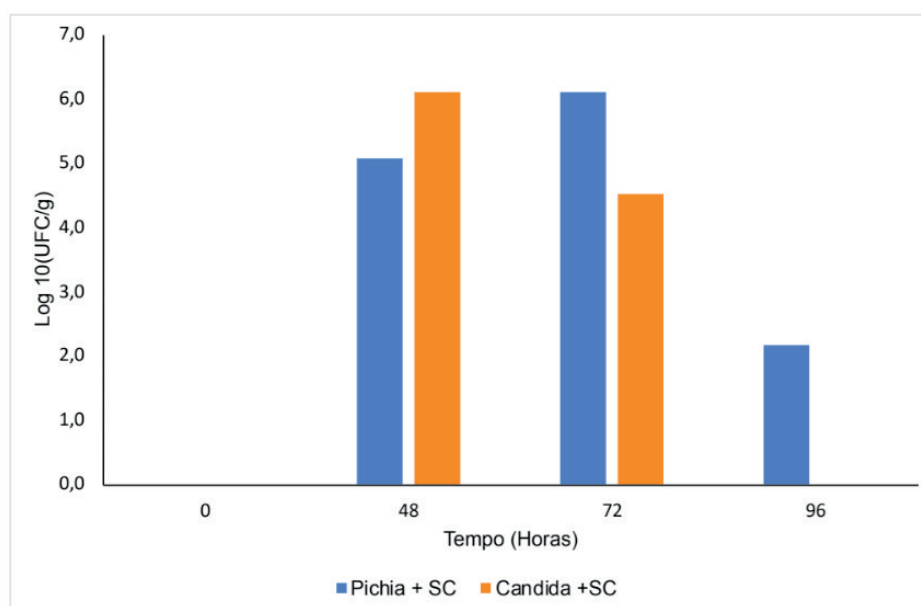


Figura 1- Crescimento das leveduras em diferentes tempos de fermentação alcoólica do mosto da polpa de acerola.

Fonte - Autor

É interessante destacar que após 48 horas essas leveduras produziram a  $\beta$ -glicosidase. As leveduras não-*Saccharomyces* são membros importantes do ecossistema do mosto de vinhos e hábeis para aumentar a complexidade do perfil sensorial de vinhos através da produção de uma variedade de aromas, que normalmente não seriam produzidos em uma fermentação contendo somente *Saccharomyces* (APONTE; BLAIOTTA, 2016).

### 3.4 Composição físico-química e qualidade microbiológica dos fermentados alcóolicos de acerola com diferentes linhagens de leveduras

Os fermentados alcóolicos de acerola produzidos neste estudo, com base nos resultados da tabela 5, encontram-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira, utilizando as cepas de *Pichia* e a *Candida* produtoras de  $\beta$ -glicosidases como co-culturas, tendo em vista que eles apresentaram uma graduação dentro da faixa de 4 a 14%, juntamente com a *Saccharomyces cerevisiae* comercial. O fermentado produzido utilizando a *Pichia* apresentou um grau alcoólico de 4,8%, acidez total de 87,3 meq/L, acidez volátil de 8,6 meq/L e acidez fixa de 78,73 meq/L. Enquanto que, fermentado produzido utilizando *Candida* apresentou um grau alcoólico de 4,9%, acidez total de 86,1 meq/L, acidez volátil de 7,6 meq/L e acidez fixa de 78,76 meq/L.

Parâmetros	Mosto	<i>Pichia</i> + SC	<i>Candida</i> +SC	Legislação*	Fermentado da polpa da acerola**
°Brix	17,5	5,3	5,5	-	-
Densidade (g/L)	1.266	1.180	1.180		
Acidez total (meq/L)	-	87,3±0,3	86,1±1,2	50-130	98,78
Acidez volátil (meq/L)	-	8,6±0,1	7,6±0,0	Máx. 20	4,00
Acidez fixa (meq/L)	-	78,73±1,3	78,76±1,7	Mín. 30	93,78
pH	3,0	3,45±0,18	3,48±0,03	-	3,63
Teor alcoólico (%)	-	4,8±0,0	4,9±0,0	4-14	11,09
ART (%)	3,9	0,4±0,5	0,4±0,0	-	0,49
Extrato seco (%)	-	23±1,0	20,7±0,6	-	23,08
Eficiência (%)	-	70	71	-	-
Rendimento em etanol (%)	-	63	64	-	-
Odor assimilado	Acerola	Acerola	Acerola		

Tabela 5 - Parâmetros físico-químicos do mosto e dos fermentados alcóolicos da polpa de acerola.

Fonte. \*BRASIL (2010); BRASIL (2009), \*\*SEGTOWICK et, al. (2013).

Legenda: pH (potencial hidrogeniônico), ART (açúcares redutores totais).

Em comparação com os dados de Segtowick *et al.* (2013) observa-se que ao utilizarem apenas a *S. cerevisiae* comercial na fermentação da polpa de acerola, o grau alcoólico de um fermentado classificado pelos autores como seco, foi duas vezes maior do que os obtidos neste estudo, bem como, os níveis de acidez foram maiores. Em contrapartida, os conteúdos de açúcares redutores finais foram próximos ao obtido nesse estudo, reduzido devido o processo fermentativo.

Os sólidos solúveis do mosto apresentaram um valor de 17,5 °Brix, e as cepas *Pichia* e *Candida* obtiveram o valor respectivamente de 5,3 e 5,5, enquanto em relação a densidade, o mosto apresentou o resultado de 1.266 e os fermentados com as cepas

*Pichia* e *Candida* tiveram o mesmo valor de 1.180 g/L. Esses dados demonstram que as leveduras consumiram os açúcares durante a fermentação. O pH do mosto apresentou um valor de 3,0, já em relação aos fermentados com as cepas *Pichia* e *Candida*, os valores foram de 3,45 e 3,48, respectivamente, similar ao valor encontrado por Segtowitz *et al.* (2013) que é de 3,63.

O extrato seco do fermentado utilizando a *Pichia* teve valor de 23% e a *Candida* obteve valor de 20,7%, resultado igual e um pouco abaixo respectivamente comparado a Segtowitz *et al.* (2013). O rendimento em etanol e a eficiência da fermentação utilizando a *Pichia* e *Candida* foram de 63 e 64%, 70 e 71%, respectivamente. Esses dados são similares a fermentações da polpa de kiwi, uma fruta tropical também ácida, utilizando apenas a levedura *S. cerevisiae*. Esses autores verificaram que quanto menor o conteúdo de açúcares iniciais do mosto, menor o rendimento (38 a 40%), eficiência (75 a 78%) e mais rápida é a fermentação (36 horas).

Isso demonstra que as leveduras utilizadas foram boas fermentadoras dos açúcares do mosto, em contrapartida, são pouco produtoras e tolerantes ao etanol. De fato, as leveduras produtoras de  $\beta$ -glicosidases tem uma habilidade de converter açúcares em álcoois superiores, ésteres, bem como, aumentar o número de terpenos, substâncias que conferem maior aroma aos fermentados alcoólicos.

Jolly, Varela e Pretorius (2014) relatam que o uso de *C. zemplinina* e *S. cerevisiae* na fermentação de uvas Sauvignon Blanc aumentou a concentração de terpenos no vinho. Os autores relatam ainda que as leveduras do gênero *Pichia* e *Candida* são classificadas como leveduras produtoras de *flavor* (sabor e aroma), especialmente ésteres, além disso, contribuem estabilizando a cor dos vinhos.

Todos os fermentados com as cepas utilizadas permaneceram com as características da acerola, assim como o mosto, obtendo um aroma agradável. Swangkeaw *et al.* (2009) demonstraram que o uso da enzima  $\beta$ -glicosidases extraída de *Pichia anomala* aumentou o número de terpenos de vinhos produzidos da uva variedade *Muscat* e contribuiu com aromas frutados e florais.

Além disso, não foi detectado coliformes totais e a 45°C nos fermentados alcoólicos, o que demonstra a segurança microbiológico desse produto.

## 4 | CONCLUSÃO

O fermentado alcoólico de acerola apresentou condições satisfatórias quanto a legislação vigente. No entanto, verificou-se que as cepas de leveduras produtoras de  $\beta$ -glicosidases, não foram boas fermentadoras nas condições de fermentação do mosto da polpa de acerola, com pH 3 e 18°Brix, apresentando valores razoáveis de rendimento e eficiência de etanol. A qualidade microbiológica foi satisfatória, não sendo detectado coliformes totais, bem como, apresentou um aroma frutado mantendo característico da

acerola. O processo fermentativo elaborado demonstra a possibilidade de produtores utilizarem a acerola como uma alternativa tecnológica e eficaz para a diminuição de desperdício causado na agricultura, bem como, um fermentado alcóolico com características aromáticas únicas.

## REFERÊNCIAS

APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 9230B. 22th ed. 2012.

APONTE, M; BLAIOTTA, G. Potential role of yeast strains isolated from grapes in the production of Taurasi DOCG. **Frontiers in microbiology**. 2016.

AQUINO, A. C. M; MÓES, R. S; CASTRO, A. A. Estabilidade de ácido ascórbico, carotenoides e antocianinas de frutos de acerola congelados por meios criogênicos. **Brazilian Journal of Food Technology**. Campinas, v. 14, n. 2, p. 154-163, abr./jun., 2011. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/55fa/5bde90bc11cbb872910a765c302f992aab0f.pdf>. Acesso em: 14/11/2019.

BORTOLINI, F.; SANT'ANNA, E. S.; TORRES, R. C. Comportamento das fermentações alcoólica e acética de sucos de kiwi (*Actinida deliciosa*): composição dos mostos e métodos de fermentação acética. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 2, p. 236-243, 2001.

BRASIL. **Decreto n. 6.871 de 4 de junho de 2009**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, p. 20, 5 de jun. 2009.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 37, de 1º de outubro de 2018**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2018.

BRASIL. **Portaria n. 64 de 23 de abril de 2008**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF, 2008.

DAROIT, Daniel Joner. **Caracterização de uma Beta-Glicosidase de *Monascus purpureus***. 2007. Dissertação (Pós Graduação em Microbiologia) – Biologia, Centro Univertário UNIVATES, Porto Alegre, 2007. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br>. Acesso em: 04/11/2019.

EMBRAPA, **Acerola**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/acerola>. Acesso em: 13/11/2019.

EMBRAPA. **A cultura da acerola**. 3. ed. rev. ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128278/1/PLANTAR-Acerola-ed03-2012.pdf>. Acesso em: 18/03/2019.

FRANÇA, V.C; NARAIN, N. Caracterização química dos frutos de três matrizes de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.2, p.157-160, 2003.

FREITAS, C. A. S. *et al.* Acerola: Produção, composição, aspectos nutricionais e produtos. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 4, p. 395-400, out/dez, 2006. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/4688/3521>. Acesso em: 21 out 2019.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4.ed. São Paulo, SP. 1.020p. 2008.

JOLLY, N. P.; VARELA, C.; PRETORIUS, I. S. Not your ordinary yeast: non-Saccharomyces yeasts in wine production uncovered. **FEMS Yeast Research**, 2014.

PÉREZ, G., FARIÑA, L., BARQUET, M., BOIDO, E., GAGGERO, C., DELLACASSA, E., CARRAU, F. A quick screening method to identify  $\beta$ -glucosidase activity in native wine yeast strains: Application of Esculin Glycerol Agar (EGA) medium. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, n. 27, v. 1, p. 47–55, 2011.

RITZINGER, R.; RITZINGER, C. S. P. Acerola-Cultivo tropical de fruteiras. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v.32, n.264, p.17-25, set./oul. 2011.

SEGTOWICK, E. C. S.; BRUNELLI, L. T.; VENTURINI FILHO, W. G. Avaliação físico-química e sensorial de fermentado de acerola. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 147-154, 2013.

SWANGKEAW, J.; VICHITPHAN, S.; BUTZKE, C. E. et al. The characterisation of a novel *Pichia anomala*  $\beta$ -glucosidase with potentially aroma-enhancing capabilities in wine. **Annals of Microbiology**, 2009, v. 59, n. 2, Pag. 335.

TACO - **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. Campinas, SP. 4ª edição revisada e ampliada, 2011.



## SACARIFICAÇÃO DE RESÍDUOS LIGNOCELULÓSICOS APLICANDO EXTRATO ENZIMÁTICO PRODUZIDO POR *Penicillium roqueforti* ATCC 10110

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 05/06/2020

### **Polyany Cabral Oliveira**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,  
Itapetinga –Bahia. CV: <http://lattes.cnpq.br/7578844724780696>

### **Luiz Henrique Sales de Menezes**

Universidade Estadual de Santa Cruz,  
Ilhéus – Bahia. CV: <http://lattes.cnpq.br/7873841538951603>

### **Márcia Soares Gonçalves**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,  
Itapetinga –Bahia. CV: <http://lattes.cnpq.br/0328533015965604>

### **Marise Silva de Carvalho**

Universidade Estadual de Santa Cruz,  
Ilhéus – Bahia. CV: <http://lattes.cnpq.br/2190359141711686>

### **Eliezer Luz do Espírito Santo**

Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus –  
Bahia CV: <http://lattes.cnpq.br/3813816571542262>

### **Marta Maria Oliveira dos Santos**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,  
Itapetinga-Bahia. CV: <http://lattes.cnpq.br/5925280745485828>

### **Adriana Bispo Pimentel**

Universidade Estadual de Santa Cruz,  
Ilhéus –Bahia. CV: <http://lattes.cnpq.br/7246866330149159>

### **Laísa Santana Nogueira**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,  
Itapetinga –Bahia. CV: <http://lattes.cnpq.br/3212937517083377>

### **Lasnaia Maria de Carvalho Tavares**

Universidade Estadual do Sudoeste da  
Bahia, Itapetinga –Bahia. <http://lattes.cnpq.br/1637034507089065>

### **Julieta Rangel de Oliveira**

Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus –  
Bahia CV: <http://lattes.cnpq.br/6707892522245728>

### **Marcelo Franco**

Universidade Estadual de Santa Cruz,  
Ilhéus – Bahia. CV: <http://lattes.cnpq.br/1435414547926102>

**RESUMO:** A sacarificação enzimática é um processo de conversão de materiais lignocelulósicos em açúcares fermentáveis, etapa de fundamental importância na produção de biocombustíveis. O presente estudo realizou a aplicação de endoglucanase bruta, produzida por técnica de Fermentação em Estado Sólido, em resíduo de casca da amêndoa do cacau pelo fungo *Penicilliumroqueforti* ATCC 10110, na sacarificação dos resíduos lignocelulósicos: bagaço de cana-de-açúcar, casca de arroz e resíduos de cajá. A endoglucanasebruta apresentou eficiência na sacarificação de todos

os resíduos testados. A maior quantidade de açúcares redutores produzidos(587,98 mg/g) foi obtido pelo bagaço de cana-de-açúcar após 3 horas de exposição à enzima. Os resíduos de cajá e a casca de arroz, apresentaram máxima produção de 200,40 mg/g e 121,40 mg/g, respectivamente. O rendimento de açúcares redutores foi significativamente elevado, o que sugere que a endoglucanase bruta de *P. roqueforti* ATCC 10110 foi eficaz no processo de sacarificação, principalmente para o bagaço de cana-de-açúcar.

**PALAVRAS-CHAVE:** sacarificação enzimática; endoglucanase; *Penicillium roqueforti*, resíduo agroindustrial.

## SACCHARIFICATION OF LIGNOCELLULOSIC WASTE APPLYING CELLULOLYTIC ENZYME EXTRACT PRODUCED BY *Penicillium roqueforti* ATCC 10110

**ABSTRACT:** Enzymatic saccharification is a process of converting lignocellulosic materials into fermentable sugars, a step of fundamental importance in the production of biofuels. The present study carried out the application of crude endoglucanase, produced by the Solid State Fermentation technique, in cocoa shell residue by the fungus *Penicillium roqueforti* ATCC 10110, in the saccharification of lignocellulosic residues: sugar cane bagasse, rice and cajá residues. The crude endoglucanase showed efficiency in the saccharification of all the tested residues. The largest amount of reducing sugars produced (587.98 mg/g) was obtained from sugarcane bagasse after 3 hours of exposure to the enzyme. The cajá residues and rice husk showed a maximum production of 200.40 mg/g and 121.40 mg/g, respectively. The yield of reducing sugars was significantly high, which suggests that the crude endoglucanase of *P. roqueforti* ATCC 10110 was effective in the saccharification process, mainly for sugarcane bagasse.

**KEYWORDS:** enzymatic saccharification; endoglucanase; *Penicillium roqueforti*, agro-industrial waste.

## 1 | INTRODUÇÃO

Problemas relacionados ao elevado consumo de combustíveis de origem fóssil como o petróleo, o carvão e o gás natural têm despertado interesse para novas fontes de energia (Lima e Rodrigues, 2007). Neste cenário, surgem fontes de energia sustentável e renovável como o vento, a água, o sol, a biomassa entre outras possíveis fontes energéticas (De Souza, 2011).

Atualmente as pesquisas são voltadas para o desenvolvimento de tecnologias que possibilitem o uso de produtos que não agridam o meio ambiente (Farinas, 2015). Nesse sentido se destacam as pesquisas que buscam a aplicação de recursos naturais como fonte de energia renovável, por exemplo, a utilização de resíduos agroindustriais, que além de custos menores nos processos, proporcionam a redução de descartes desses resíduos, e agregam valor aos mesmos (Marassi, 2013).

A utilização da biomassa lignocelulósica de resíduos agroindustriais em processos biológicos se destaca devido a sua elevada disponibilidade, tornando o processo viável economicamente (Dias et al., 2018). Resíduos lignocelulósicos são produzidos em grandes quantidades por agroindústrias, como: bagaço de cana de açúcar, casca de arroz e resíduo de cajá (Sakimoto et al., 2017). Esses resíduos possuem alta concentração de celulose, a qual pode ser hidrolisada a açúcares através da catalise enzimática (Alfenas et al., 2015).

Em comparação aos métodos químicos tradicionais (hidrólise térmica, ácida, alcalina), a sacarificação enzimática se apresenta vantajosa devido à alta especificidade das enzimas (reduzindo a produção de produtos indesejáveis), permite condições mais brandas de reação e um maior rendimento (Ferraz et al., 2017). Por outro lado, o alto custo da produção de enzimas traz a necessidade de novos métodos mais baratos (Marraiki et al., 2020).

A fermentação em estado sólido (FES) é um processo biotecnológico que cultiva microrganismos em substratos sólidos e úmidos (Bück et al., 2015). A FES tem se mostrado uma técnica promissora para produção de enzimas, visto que, fornece altos rendimentos e alta estabilidade operacional (Soccol et al., 2017). Além disso, a FES mostra-se promissora também do ponto de vista econômico e ambiental, já que possibilita a utilização de resíduos agroindustriais como matéria prima barata (Ergun e Urek, 2017).

Dentre os microrganismos cultivados na FES, o fungo filamentoso *Penicillium roqueforti* vem ganhando destaque por ser capaz de crescer em soluções salina, além de seu sistema enzimático que tem sido caracterizado bioquimicamente (Muller et al., 2010). As enzimas do *P. roqueforti* possuem alta atividade biocatalítica, possuindo um elevado potencial biotecnológico, o que torna sua aplicação possível em diversos setores industriais, como químicos, alimentícios e farmacêuticos (Mioso et al., 2015).

Assim, este trabalho teve como finalidade a utilização da fermentação em estado sólido para produção de endoglucanase, a partir do fungo *P. roqueforti* ATCC 10110 e sua utilização na sacarificação dos resíduos lignocelulósicos: bagaço de cana de açúcar, casca de arroz e cajá.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Resíduos agroindustriais:

As cascas da amêndoa de cacau para a Fermentação em Estado Sólido foram doadas por uma fábrica de chocolate no sul da Bahia, os resíduos de bagaço da cana-de-açúcar, casca de cajá e casca de arroz, utilizados na sacarificação, foram obtidos em uma feira localizada no sul da Bahia (Brasil), os resíduos foram individualmente secos em estufa a 50 °C por 24 h. Foram triturados em um moinho de facas do tipo Wiley até um tamanho de partícula de 2 mm e depois armazenados em recipientes plásticos até

estarem prontos para uso.

## 2.2 Obtenção e cultivo do micro-organismo:

O micro-organismo utilizado para os ensaios de fermentação foi o *Penicillium roqueforti* ATCC 10110, o qual foi obtido da coleção de micro-organismos do Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde (INCQS) da Fundação Osvaldo Cruz (Fiocruz, Manguinhos, RJ, Brasil) sob o registro de número 40074 e lote 041140074. Este fungo foi preservado em meio de sílica e glicerol a  $-80^{\circ}\text{C}$  em ultra freezer. O repique das cepas foi feita em meio de cultura de Agar dextrose-potato (PDA) em placas de Petri, previamente esterilizados em autoclave vertical a  $121^{\circ}\text{C}$  por 15 minutos. As placas inoculadas foram incubadas em câmara de germinação BOD, com temperatura controlada de  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  por 7 dias ou até esporulação abundante (observado visivelmente devido a coloração verde da colônia).

## 2.3 Preparo do inoculo

O preparo da suspensão de esporos foi realizado utilizando-se o microorganismo cultivado em meio PDA, por 7 dias a  $\pm 25^{\circ}\text{C}$ . Após o período de incubação, a cultura esporulada foi submetida a uma raspagem com auxílio de pérolas de vidro e suspensa em solução Tween 80 (0,01%, v/v), ambos previamente esterilizados em autoclave vertical a  $121^{\circ}\text{C}$  por 15 minutos. A suspensão foi coletada em frasco Erlenmeyer e uma alíquota de 0,1 mL foi tomada e diluída em tubo de ensaio para a contagem do número de esporos em microscópio binocular utilizando câmara de Neubauer.

## 2.4 Fermentação em Estado Sólido:

Foram autoclavados 5,0 g da casca da amêndoa do cacau ( $121^{\circ}\text{C}/1\text{ atm}/15\text{ min}$ ) em Erlenmeyers de 125mL. Após o resfriamento, o substrato estéril foi inoculado com solução  $10^7$  esporos/g e água destilada estéril até o valor da atividade de água desejada (0,964). As fermentações foram incubadas em estufas bacteriológicas a  $30^{\circ}\text{C}$  por 72 horas.

## 2.5 Extração enzimática

Após a etapa de fermentação, foram adicionados aos meios fermentados 5 mL de tampão acetato de sódio (0,05 M, pH 5,0) para cada 1 g de resíduo. A mistura foi mantida em incubadora com agitação orbital (Shaker), por 10 minutos a 170 rpm e  $27^{\circ}\text{C}$ . O conteúdo inteiro de cada frasco foi prensado (prensa mecânica) através de gaze, para separar o sólido do extrato enzimático. O filtrado foi coletado e centrifugado a 3000 rpm, por 10 minutos. Os ensaios enzimáticos foram realizados utilizando-se a parte sobrenadante, a qual foi denominada extrato enzimático bruto.

## 2.6 Determinação da atividade de endoglucanase

Os ensaios de atividade enzimática foram conduzidos com base em procedimentos padrão recomendados pela IUPAC (Ghose e Bisaria, 1987). A atividade de endoglucanase foi determinada pela quantidade de açúcares redutores liberados a partir da incubação de 0,1 mL de carboximetilcelulose (CMC), na concentração de 1% (m/v), com 0,5 mL do extrato enzimático bruto em banho-maria a 50°C, por 15 minutos. Para o controle da reação foram incubados 0,1 mL e tampão

## 2.7 Sacarificação

A endoglucanase bruta (extrato enzimático bruto) produzida por *P. roqueforti* ATCC 10110 foi utilizada para sacarificar bagaço de cana-de-açúcar. O meio de reação consistiu de 5 mL de endoglucanase bruta contendo 0,05g de resíduo para a reação e 5 mL de tampão acetato de sódio (0,05 M, pH 4,8) contendo 0,05g de resíduo para o controle. A sacarificação foi realizada em agitador orbital a 50°C por 6 h, sendo retiradas alíquotas em intervalos de 1 h. O controle de cada mistura reacional foi realizado sem a utilização da endoglucanase bruta. Após a sacarificação, a parte sobrenadante foi utilizada para estimar a quantidade de açúcares redutores liberados (Miller, 1959) com base em uma curva padrão de glicose (0 a 1  $\mu\text{mol/mL}$ ).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao comparar os resultados obtidos e apresentados abaixo entre os resíduos investigados para sacarificação, verifica-se tanto na tabela como no gráfico, o quanto o resíduo do bagaço de cana se destacou frente aos demais resíduos na produção de açúcares redutores.

Tempo (h)	Açúcares Redutores ( $\text{mg.g}^{-1}$ )		
	Bagaço de Cana-de-açúcar	Casca de Arroz	Casca de Cajá
1	406,26 $\pm$ 0,00	88,68 $\pm$ 0,00	82,49 $\pm$ 2,06
2	537,58 $\pm$ 0,00	99,98 $\pm$ 0,37	155,23 $\pm$ 0,00
3	587,98 $\pm$ 0,00	80,59 $\pm$ 8,12	159,11 $\pm$ 0,00
4	529,81 $\pm$ 0,00	52,44 $\pm$ 2,49	200,40 $\pm$ 0,00
5	553,40 $\pm$ 8,35	121,40 $\pm$ 0,00	164,10 $\pm$ 0,00
6	379,86 $\pm$ 0,00	93,36 $\pm$ 0,00	111,52 $\pm$ 0,00

Tabela 1. Sacarificação de bagaço de cana, casca de arroz e resíduo de cajá usando endoglucanase bruta produzida por *P. roqueforti* ATCC 10110 em diferentes intervalos de tempo.

O alto potencial hidrolítico das enzimas, na conversão dos resíduos aqui estudados, resultando em altos valores de açúcares liberados como mostrado na Tabela 1, pode estar associado ao fato de que no extrato bruto enzimático contendo a endoglucanase, ao alto valor celulósico nos resíduos etambém por existir outras enzimas ali presentes agindo sinergicamente.

A degradação da celulose ocorre após a ação colaborativa de três enzimas celulolíticas, a saber, endo-1,4- $\beta$ -glucanase (EG, EC 3.2.1.4), celobio-hidrolase (CBH, EC 3.2.1.91) e  $\beta$ -glucosidase (BGL, EC 3.2. 1.21) (Borges et al. 2014). Os diferentes valores de sacarificação entre os resíduos podem ser explicados pela natureza e complexidade do substrato; quanto maior a cristalinidade e/ou complexidade estrutural, menor a taxa de hidrólise. Ferraz et al. (2017), estudaram a sacarificação do bagaço de cana, espiga de milho e casca de arroz por extrato enzimático bruto de *P. roqueforti* e também verificaram o melhor rendimento de açúcares redutores (259,45 mg/g) em bagaço de cana. Begum et al. (2011) também verificaram o desempenho na sacarificação entre diferentes resíduos: bagaço de cana, serragem e jacinto d'água, e o bagaço de cana apresentou melhor desempenho (0,99 g/g) em 96 horas de processo, com pré-tratamento alcalino. Garai e Kumar (2013) testaram a sacarificação com extrato enzimático bruto de *Aspergillus candidus* em materiais lignocelulósicos como espiga de milho, palha de trigo, bagaço de cana de açúcar e erva daninha Parthenium. Verificou-se um rendimento máximo de redução de açúcar de 438,47mg/g na espiga de milho.

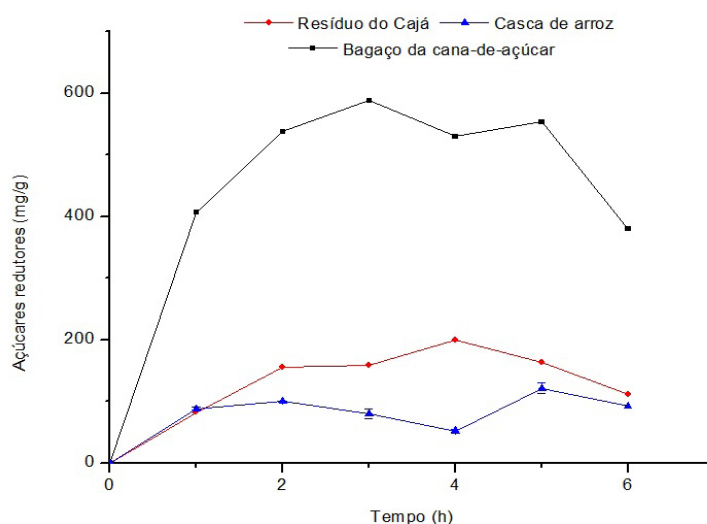


Figura 1. Gráfico da cinética de sacarificação de bagaço de cana-de-açúcar, casca de arroz e resíduo de cajá empregando endoglucanase bruta produzida por *P. roqueforti* ATCC 10110.

Foi verificado durante o processo de sacarificação do resíduo do bagaço de cana (Figura 1), um aumento na liberação de açúcares redutores até o tempo de 3 horas, observando ali o valor máximo do processo de 587, 98 mg/g. A partir desse tempo,



a liberação de açúcares foi diminuindo até o tempo final da sacarificação de 6 horas, atingindo o valor de 379,86 mg/g. As enzimas também atuaram com maior eficiência no resíduo do cajá, onde a produção de açúcares foi crescente (Figura 1), até o tempo de 4 horas de sacarificação (200,40 mg/g) e a partir desse tempo os valores foram diminuindo até atingir o menor valor em 6 horas de processo (111,52 mg/g). A casca do arroz apresentou menores valores de açúcares liberados quando comparado aos outros resíduos estudados neste trabalho, com produção máxima de 121 mg/g em 5 horas de processo e mínima produção de 88,69 mg/g e 52,44 mg/g, em 1 hora e em 4 horas de sacarificação, respectivamente. Os resultados para ambos os resíduos foram altos quando comparados com outros na literatura. Vale ressaltar que não foi realizado pré-tratamento nos resíduos no presente estudo, o que torna o processo mais viável e econômico. Os principais fatores que influenciam a hidrólise enzimática da celulose em matérias-primas lignocelulósicas podem ser divididos em dois grupos: fatores relacionados a enzimas e substratos e os fatores relacionados ao pré-tratamento (Elvira et al., 2010).

A utilização de biomassa residual na produção de etanol através de microrganismos degradadores de celulose não apenas reduz as emissões produzidas pelos resíduos, mas também reduz as emissões de gases de efeito estufa do uso de combustíveis fósseis, quando utilizados de forma mista (Kumari et al., 2018). Além disso, o bioetanol é um biocombustível renovável limpo e promissor, usado principalmente como aditivo de combustível que melhora o desempenho do motor e reduz simultaneamente a poluição do ar (Gupta e Verma, 2015).

#### 4 | CONCLUSÃO

A partir dos resultados apresentados neste estudo pôde-se concluir que os resíduos agroindustriais é uma alternativa promissora e de baixo custo para o uso em processo de sacarificação. Assim sendo, a endoglucanase apresentou um alto potencial hidrolítico na conversão dos resíduos. Dentre os resíduos estudados o bagaço da cana-de-açúcar evidenciou uma maior eficiência na sacarificação enzimática e uma maior produção de açúcares redutores. Portanto, os resultados aqui apresentados são valiosos quando se pensa em sua aplicação na produção de biocombustíveis. Desta forma, este estudo agrega valor aos resíduos da agroindústria implicando de forma direta no aproveitamento do bagaço da cana-de-açúcar agregando-o mais valor e, reduzindo custo com importação de enzimas, contribuindo assim para o desenvolvimento de um processo sustentável.

## REFERÊNCIAS

- ALFENAS, G. P. M., VISSER, E. M., ALFENAS, R. F., NOGUEIRA, B. R. G., DE CAMPOS, G. G., MILAGRES, A. F., DE VRIES, R. P., GUIMARÃES, V. M. **The influence of pre treatment methods on saccharification of sugarcane bagasse by an enzyme extract from *Chrysopor the cubensis* and commercial cock tails: A comparative study.** *Bioresource Technology*, 192,670-676, 2015.
- ALVIRA, P., TOMÁS-PEJÓ, E., BALLESTEROS, M., NEGRO, M. J. **Pre treatment technologies for an efficient bioethanol production process based on enzymatic hydrolysis: A review.** *Bioresource Technology*, 101, 4851–4861, 2010.
- BORGES, D. G., BARALDO JUNIOR, A., FARINAS, C. S., DE LIMA CAMARGO GIORDANO, R., TARDIOLI, P. W. **Enhanced saccharification of sugarcane bagasse using soluble cellulase supplemented with immobilized  $\beta$ -glucosidase.** *Bioresource Technology*, 167, 206–213, 2014.
- BÜCK, A.; CASCIATORI, F. P.; THOMÉO, J. C.; TSOTSAS, E. **Model-based control of enzyme yield in solid-state fermentation.** *Procedia Engineering*, 102, 362–371, 2015.
- DE SOUZA, C. J. A. **Produção de etanol por sacarificação e fermentação simultâneas do bagaço de cana-de-açúcar utilizando leveduras termotolerantes.** 2011. Dissertação (Magister Scientiae) – Pós-graduação em bioquímica agrícola, Universidade Federal de Viçosa, 2011
- DÍAZ AB, BLANDINO A, CARO I (2018) **Value added products from fermentation of sugars derived from agro-food residues.** *Trends Food Sci. Tech* 71, 52-64.
- ERGUN, S. O.; UREK, R. O. **Production of ligninolytic enzymes by solid state fermentation using *Pleurotuso streatus*.** *Annals of Agrarian Science*,15,273-277, 2017.
- FARINAS, C. S. **Developments in solid-state fermentation for the production of biomass degrading enzymes for the bioenergy sector.** *Renewable and Sustainable EnergyReviews*,52,179–188, 2015.
- FERRAZ, J.L.A.A, SOUZA,L.O., SOARES, G.A., COUTINHO, J.P., OLIVEIRA, J.R., AGUIAR-OLIVEIRA, E., FRANCO, M. **Enzymatic saccharification of lignocellulosic residues using cellulolytic enzyme extract produced by *Penicillium roqueforti* ATCC10110 cultivated on residue of yellow mombin fruit.** *Bioresource Technology* 248,214-220, 2017.
- GHOSE, T.K. **Measurement of cellulase activities.** *Pure and applied chemistry* 59, 257-268, 1987.
- HUANG,S., DENG,G., YANG,Y., WU,Z., WU ,L. **Optimization of endoglucanase production from a novel bacterial isolate, *Arthrobacter sp. Hpg166* and characterization of its properties.** *Brazilian Archives of Biology and Technology* 58, 438, 692-701,2015.
- GUPTA, A., VERMA, J.P. **Sustainable Bio-Ethanol Production from Agro-Residues: A Review.** *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 550-567, 2015.
- KUMARI, D., SINGH, R. **Pretreatment of lignocellulosic wastes for biofuel production: A critical review.** *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 90, 877–891, 2018.
- LIMA, A. O. S., RODRIGUES, A. L. **Sacarificação de resíduos celulósicos com bactérias recombinantes como estratégia para redução do efeito estufa.** *Revista de Ciências Ambientais*, 1, 5-18, 2007.
- MARRAIKI, N., Vijayaraghavan, V., Elgorban, A. M., DHAS, D. S. D., Al-Rashed, S., YASSIN, M, T. **Low cost feed stock for the production of endoglucanase in solid state fermentation by *Trichoderma hamatum* NGL1 using response surface methodology and saccharification efficacy.** *Journal of King Saud University - Science*, 32, 1718-1724, 2020.

MASSARI, J. R. do M. **Sacarificação enzimática de bagaços de cana-de-açúcar pré-tratados com sulfito ácido**. 2013. Tese (Doutorado em Ciências) - Pós-graduação em biotecnologia indústria, Universidade de São Paulo, 2013

MILLER, G. L. **Use of dinitrosalicylic as reagent for the determination of reducing sugars**. Analytical chemistry 31, 426-428, 1959.

MIOSO, R.; MARANTE, T.; DE LAGUNA, H. B. ***Penicillium roqueforti*: A multifunctional cell factory of high value-added molecules**. Journal of Applied Microbiology, v. 118, p.781–791, 2015

SAKIMOTO, K., KANNA, M., MATSUMURA, Y. **Kinetic model of cellulose degradation using simultaneous saccharification and fermentation**. Biomassa and Bioenergy, 99, 116-121, 2017

SOCCOL, C. R.; DA COSTA, E. S. F.; LETTI, L. A. J.; KARP, S. G.; WOICIECHOWSKI, A. L.; VANDENBERGHE, L. P. S. **Recent developments and innovations in solid state fermentation**. *Biotechnology Research and Innovation*, v. 1, p. 52-71, 2017.

## TROCAS GASOSAS EM MUDAS DE CAFÉ ARÁBICA SUBMETIDAS A LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 15/04/2020

### **Genilson Lima Santos**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia –  
UESB

Vitória da Conquista - BA

CV: <http://lattes.cnpq.br/0424216272264309>

### **Cristiano Tagliaferre**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia –  
UESB

Departamento de Engenharia Agrícola e Solos –  
DEAS

Vitória da Conquista - BA

<http://lattes.cnpq.br/2535935917294691>

### **Sylvana Naomi Matsumoto**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia –  
UESB

Departamento de Fitotecnia e Zootecnia – DFZ

Vitória da Conquista - BA

<http://lattes.cnpq.br/1599330040151872>

### **Adriana Dias Cardoso**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia –  
UESB

Departamento de Fitotecnia e Zootecnia – DFZ

Vitória da Conquista - BA

<http://lattes.cnpq.br/0239642278514409>

### **Manoel Nelson de Castro Filho**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia –  
UESB

Vitória da Conquista - BA

<http://lattes.cnpq.br/7042483615668820>

### **Bismarc Lopes da Silva**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia –  
UESB

Vitória da Conquista - BA

<http://lattes.cnpq.br/4148073837192504>

### **Rafael Oliveira Alves**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia –  
UESB

Vitória da Conquista – BA

<http://lattes.cnpq.br/9747564061422203>

### **Rosilene Gomes de Souza Pinheiro**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia –  
UESB

Vitória da Conquista - BA

<http://lattes.cnpq.br/2043115582330212>

**RESUMO:** O crescimento do café arábica pode ser influenciado significativamente com a redução da disponibilidade de água, principalmente durante seu desenvolvimento inicial. Objetivou-se com este estudo, avaliar a influência de diferentes lâminas de irrigação sobre o desenvolvimento inicial de duas cultivares de café arábica. Para isso, foi conduzido um experimento em casa de vegetação na área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB. O delineamento

experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 4x2, com três repetições, totalizando 24 parcelas. Cada parcela experimental foi constituída de uma planta por vaso de 20 litros. Os tratamentos foram constituídos de quatro lâminas de irrigação em função da evapotranspiração da cultura (ETc) (L1 = 20, L2 = 60, L3 = 100 e L4 = 140%) e duas cultivares de *Coffea arabica* L. (Catuaí Vermelho IAC 144 e MGS Paraíso 2). Aos 90 dias após o transplante, quando as mudas tinham nove meses de idade, avaliou-se a transpiração ( $E$ ), taxa de assimilação de  $CO_2$  ( $A$ ) e condutância estomática ( $gs$ ). A cultivar MGS Paraíso 2 demonstrou maior tolerância ao estresse hídrico severo e a cultivar Catuaí Vermelho promoveu melhor desempenho das trocas gasosas em condições de maior disponibilidade água.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Coffea arabica*, desenvolvimento inicial, irrigação.

## GAS EXCHANGES IN ARABICA COFFEE SEEDLINGS SUBJECTED TO IRRIGATION LEVELS

**ABSTRACT:** *Coffea arabica* L. (arabica coffee) growth may be significantly influenced by decreased water supply, especially at an earlier growth stage. This study aimed to evaluate the effect of water deficit on early growth of two arabica coffee cultivars irrigated with different irrigation depths. A trial was conducted in a greenhouse at the State University of Southeastern Bahia – UESB. The experimental design was a randomized complete block design (DBC), arranged in a 4x2 factorial with three replications, totaling 24 experimental units. Each experimental plot consisted of one plant per pot of 20 liters. The treatments consisted of four irrigation depths based on the crop evapotranspiration (ETc) (L1= 20, L2 = 60, L3 = 100 and L4 = 140%), two cultivars of *Coffea arabica* L. (Catuaí Vermelho IAC 144 and MGS Paraíso 2). 90 days after transplanting, when the seedlings were nine months old, the following variables were measured: transpiration ( $E$ ),  $CO_2$  assimilation rate ( $A$ ) and stomatal conductance ( $gs$ ). The cultivar MGS Paraíso 2 showed greater tolerance to severe water stress and the cultivar Catuaí Vermelho promoted better gas exchange performance under conditions of greater water availability.

**KEYWORDS:** *Coffea arabica*, initial development, irrigation.

## 1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, o café (*Coffea arabica* L.) é uma cultura de reconhecida importância econômica e social, devido sua representatividade no volume de produção, consumo interno, pela sua participação na pauta de exportação e na capacidade de geração de emprego e de renda (SAKIWAMA et al., 2015).

No cenário climático atual, parte das regiões agrícolas do Brasil, bem como áreas de lavouras cafeeiras estão constantemente sujeitas às adversidades climáticas que limitam

seu estabelecimento inicial em campo, refletindo negativamente na formação dos cafezais e no potencial produtivo da cultura.

Segundo Carvalho et al. (2011), na fase inicial da lavoura cafeeira, a disponibilidade de água no solo deve ser adequada, a fim de propiciar o pegamento e o desenvolvimento das mudas. Apesar da grande diversidade de cultivares de café arábica disponíveis, observa-se que, novas cultivares vêm sendo adotadas em ritmo lento pelos produtores. Uma possível razão para esse fato pode ser a falta de informações sobre o desempenho desses novos genótipos nas diferentes regiões e condições de cultivo.

Dentre todos os fatores abióticos, a deficiência hídrica é um dos principais fatores ambientais responsáveis pela diminuição da produtividade do cafeeiro, tanto no Brasil quanto em outros países produtores (DaMATTA; RAMALHO, 2006; MARIAS et al., 2017). A adaptação das plantas ao déficit hídrico é um mecanismo complexo, que envolve alterações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas. Uma resposta marcante das plantas submetidas a esse estresse é a redução da turgescência celular, com progressiva desidratação do protoplasma, levando ao aumento na concentração do conteúdo celular e decréscimo do potencial hídrico, podendo comprometer todos os processos vitais responsáveis pelo crescimento vegetal (TAIZ et al., 2017).

O estudo das relações hídricas no cafeeiro é importante, uma vez que o estresse hídrico, seja por déficit ou excesso podem fornecer subsídios ao técnico e ao pesquisador tomar decisões fundamentais no manejo da cultura. Neste contexto, objetivou-se avaliar características fisiológicas durante o desenvolvimento inicial de cultivares de café arábica, submetidas a lâminas de irrigação.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação na área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), no Campus de Vitória da Conquista - BA, no período de janeiro a março de 2019. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 4x2, com três repetições, totalizando 24 parcelas. Cada parcela experimental foi constituída de uma planta por vaso de 20 litros. Os tratamentos foram constituídos por quatro lâminas de irrigação (L1 = 20%, L2 = 60%, L3 = 100% e L4 = 140%), obtidas em função da Evapotranspiração da Cultura (ETc) e duas cultivares de *Coffea arabica* L. (Catuaí Vermelho IAC 144 e MGS Paraíso 2) adquiridas no Viveiro Catuaí (credenciado no Ministério da Agricultura sob RENASEM nº 00227/2006). A Evapotranspiração de Referência diária (ETo) foi estimada por meio do método Penman-Monteith FAO-56. O coeficiente da cultura (Kc) para mudas na fase inicial utilizado foi de 0,7 (SANTINATO et al., 2008).

As características avaliadas foram: a) transpiração ( $E$ ), b) taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ) e c) condutância estomática ( $gs$ ), para isso utilizou-se um sistema portátil aberto de



análise de gases por infravermelho (IRGA), LCpro, ADC Bio Scientific Ltd., UK, realizadas 90 dias após o transplante, quando as mudas apresentavam nove meses de idade.

Os dados obtidos foram submetidos a teste de normalidade (Lilliefors) e homogeneidade de variâncias (Bartlett). Em seguida, as médias dos tratamentos qualitativos foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Para os dados quantitativos foi realizada a análise de regressão em que os modelos foram definidos com base na significância ( $p < 0,05$ ). Para realização das análises estatísticas, foi utilizado o programa Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), versão 9.1 (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a característica transpiração a cultivar MGS Paraíso 2 foi superior a cultivar Catuaí Vermelho IAC 144 na lâmina de 20%, não diferindo nas lâminas de 60 e 100% e inferior na lâmina de 140%, mesmo comportamento observado para a assimilação de  $\text{CO}_2$  (Tabela 1).

Cultivares	<i>E</i> (mmol vapor d'água $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )			
	20%	60%	100%	140%
Catuaí Vermelho IAC 144	0,68 B	1,08 A	1,38 A	2,72 A
MGS Paraíso 2	1,16 A	1,17 A	1,26 A	2,30 B
Cultivares	<i>A</i> ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )			
	20%	60%	100%	140%
Catuaí Vermelho IAC144	-4,17 B	1,40 A	3,36 A	7,20 A
MGS Paraíso 2	0,23 A	0,86 A	3,37 A	5,26 B

Tabela 1. Transpiração (*E*) e assimilação de  $\text{CO}_2$  (*A*) em cultivares de café arábica submetidas a lâminas de irrigação em função da ETC, avaliadas 90 dias após o transplante. Vitória da Conquista - BA, UESB, 2019.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A Cultivar Catuaí 144 tende a fechar mais os estômatos em relação a cultivar MGS Paraíso 2 em condições de déficit hídrico mais severo, sendo um mecanismo de defesa da planta para reduzir a perda de água. No entanto, quando aumenta a lâmina de irrigação para 140%, a cultivar Catuaí Vermelho 144 promove maiores trocas gasosas. Este resultado indica maior sensibilidade da cultivar MGS Paraíso 2 em condições que apresenta estresse hídrico por excesso de água.

Ronchi et al. (2015) ao estudarem as relações ecofisiológicas de cafeeiros submetidas a diferentes regimes de irrigação, encontraram resultados que corroboram com o presente estudo e de acordo os autores, conforme reduz a disponibilidade hídrica, os valores de transpiração e assimilação de  $\text{CO}_2$  decrescem, como resultado do fechamento estomático.

Para a assimilação de CO<sub>2</sub> a cultivar Catuaí Vermelho IAC 144 apresentou valor negativo na lâmina de 20%, demonstrando maior sensibilidade ao déficit hídrico severo, uma vez que a cultivar deixa de realizar a fotossíntese e passa a respirar. O café é sensível ao déficit hídrico durante o crescimento inicial, com reduções no crescimento vegetativo (SALAMANCA-JIMENEZ et al., 2017), o que pode explicar os menores valores de assimilação de CO<sub>2</sub> em plantas submetidas ao déficit.

Para assimilação de CO<sub>2</sub>, houve ajuste linear para ambas as cultivares, havendo maior ganho para a cultivar Catuaí Vermelho IAC 144 em relação a cultivar MGS Paraíso 2 (Figura 1A).

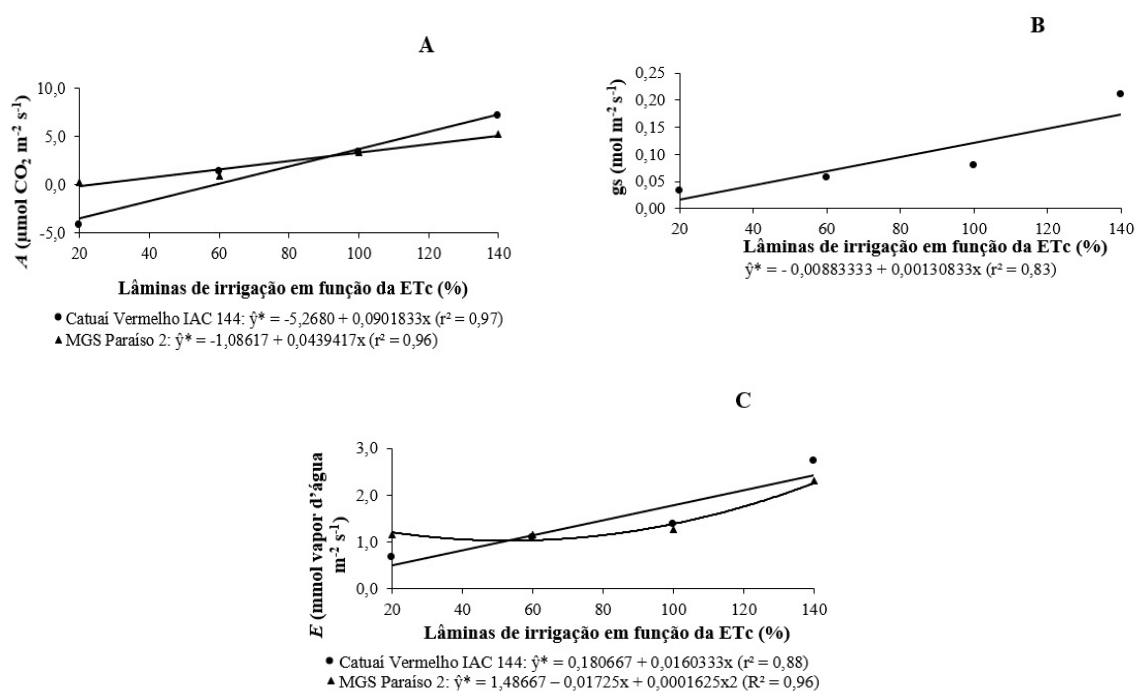


Figura 1. Assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A) (A), condutância estomática ( $g_s$ ) (B) e transpiração ( $E$ ) (C) em folhas de café arábica sob diferentes lâminas de irrigação em função da ETc, avaliadas aos 90 dias após o transplante. Vitória da Conquista - BA, UESB, 2019.

\* Significativo a 0,05 de probabilidade, pela Análise de Variância da Regressão.

Para condutância estomática houve significância para lâminas de irrigação, tendo ajuste linear crescente com valor médio de 0,10 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (Figura 1 B). Para transpiração houve ajuste linear crescente com incremento de 285,7% da lâmina de 20 a 140% para a cultivar Catuaí Vermelho IAC 144 e ajuste quadrático com ponto mínimo 47,93%, equivalendo a uma taxa de transpiração de 0,9 mmol vapor d'água m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> para a cultivar MGS Paraíso 2 (Figura 1C).

O fechamento estomático é o principal mecanismo de controle das trocas gasosas nas plantas superiores terrestres em condições de déficit hídrico (DaMATTA; RAMALHO, 2006; TATAGIBA et al., 2009). Desta forma, fica evidente que ao reduzir a disponibilidade de água, as plantas tendem a diminuir a abertura estomática, consequentemente interfere

nas trocas gasosas, afetando a transpiração, como também a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>. Por outro lado, quando supridas com maior fornecimento de água, as mesmas tendem a maximizar as trocas gasosas.

## 4 | CONCLUSÕES

A cultivar MGS Paraíso 2 demonstrou maior tolerância ao estresse hídrico severo e a cultivar Catuaí Vermelho IAC 144 promoveu melhor desempenho das trocas gasosas em condições de maior disponibilidade de água.

## REFERÊNCIAS

- CARVALHO, J. de A.; AQUINO, R. F.; MESQUITA, G. L.; REZENDE, F. C.; PEREIRA, G. M. Utilização de polímero hidroretentor no plantio de mudas de cafeeiro. **Engenharia na agricultura**, Viçosa, v. 19, n. 2, p. 164-171, mar./abr. 2011.
- DaMATTA, F. M.; RAMALHO, J. D. C. Impact of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 18, p. 55-81, 2006.
- MARIAS, D. E., MEINZER, F. C & STILL, C. Impacts of leaf age and heat stress duration on photosynthetic gas exchange and foliar nonstructural carbohydrates in *Coffea arabica*. **Ecology and Evolution**, v. 7, p. 1297-1310, 2017.
- RIBEIRO JÚNIOR, J.J. **Análises Estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 301p. 2001.
- RONCHI, C. P.; ARAÚJO, F. C. de; ALMEIDA, W. L. de; SILVA, C. E. da; MAGALHÃES, C. E. de O.; OLIVEIRA, L. B. de.; DRUMOND, L. C. D. Respostas ecofisiológicas de cafeeiros submetidos ao déficit hídrico para concentração da florada no Cerrado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 1, p. 24-32, 2015.
- SAKIYAMA, N. S.; MARTINEZ, H. E. P.; TOMAZ, M. A.; BORÉM, A. **Café arábica: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015. 316p.
- SALAMANCA-JIMENEZ, A.; DOANE, T. A.; HORWATH, W. R. Coffee response to nitrogen and soil water content during the early growth stage. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 180, n. 5, p. 625-626, 2017.
- SANTINATO, R.; FERNANDES, A.L.T.; FERNANDES, D. R. **Irrigação na cultura do café**. Belo Horizonte: o lutador, 2. ed., 476 p., 2008.
- TAIZ L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- TATAGIBA, S. D.; PEZZAPONE, J.; REIS, E.; PENCHEL, R. Desempenho de clones de eucalipto em resposta da disponibilidade de água no substrato. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 17, n. 3, p. 179-189, 2009.

## USO DA TERMORRETIFICAÇÃO PARA ESTABILIZAÇÃO COLORIMÉTRICA DE TRÊS MADEIRAS TROPICAIS

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 29/04/2020

### Leonardo Vinícius de Souza

Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Faculdade de Engenharia Florestal – Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá – Mato Grosso.

### Diego Martins Stangerlin

Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso – Câmpus Sinop. Sinop – Mato Grosso

### Elaine Cristina Lengowski

Faculdade de Engenharia Florestal – Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá – Mato Grosso.

### Vanessa Correa da Mata

Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Faculdade de Engenharia Florestal – Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá – Mato Grosso.

**RESUMO:** A utilização da madeira em ambiente externo é condicionada à ação do intemperismo, ocasionado pela atuação de fatores ambientais e biológicos que podem causar a descoloração e degradação da superfície. Este estudo tem como objetivo avaliar o uso da termorretificação para estabilidade colorimétrica das madeiras de

garapeira (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr.), muiracatiara (*Astronium lecointei* Ducke.) e tatajuba (*Bagassa guianensis* Aubl.), frente à ação do intemperismo natural. As amostras de madeiras foram divididas em dois tratamentos, sendo submetidas a termorretificação com à temperatura de 180°C durante os tempos de duas e quatro horas, além do tratamento testemunha, sem termorretificação. A exposição ao intemperismo natural foi realizada em campo aberto no município de Sinop – Mato Grosso, durante oito meses. As madeiras de todas as espécies estudadas apresentaram modificação de sua coloração natural ocasionada pela foto-descoloração, porém, as madeiras termorretificadas tiveram maior estabilidade colorimétrica, comparada às não tratadas. A termorretificação à 180 °C mostrou-se um processo viável para estabilidade colorimétrica de madeiras expostas à intempéries.

**PALAVRAS-CHAVE:** tratamento térmico, madeiras amazônicas, tecnologia da madeira, sistema CIEL\*a\*b\*.

### USE OF THERMORRETIFICATION FOR COLORIMETRIC STABILIZATION OF THREE TROPICAL WOODS

**ABSTRACT:** The use of wood in an external

environment is conditioned to the action of weathering, caused by the performance of environmental and biological factors that can cause discoloration and degradation of the surface. This study was developed with the objective of evaluating the effect of thermorectification on colorimetric stabilization of garapeira woods (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) JFMacbr.), Muiracatiara (*Astronium lecointei* Ducke.) and tatajuba (*Bagassa guianensis* Aubl.), front the action of natural weathering. The wood samples were divided into two treatments, being subjected to heat treatment at 180 ° C for two and four hours, in addition to the untreated control samples. The exposure to natural weathering was carried out in an open field in the municipality of Sinop - Mato Grosso, for eight months. The woods of all the species studied showed changes in their natural color caused by photo-discoloration, however, the heat-treated woods had greater colorimetric stability, compared to untreated ones. Thermorectification at 180 ° C proved to be a viable process for colorimetric stability of wood exposed to the action of weathering.

**KEYWORDS:** heat treatment; amazon woods; wood technology; system CIEL\*a\*b\*.

## 1 | INTRODUÇÃO

A otimização do uso da madeira e seus derivados está condicionada ao conhecimento de suas propriedades tecnológicas. A utilização da madeira em ambientes externos levanta questionamentos referentes a sua durabilidade e tempo de vida útil, que está condicionada à deterioração causada por diversos fatores ambientais e biológicos (DELUCIS et al., 2016; PENG et al., 2014).

Em ambientes externos a madeira é exposta à ação do intemperismo, que é a atuação combinada do oxigênio, da fração ultravioleta da radiação solar, umidade, poluição atmosférica e vento, que induzem a descoloração e a deterioração física da superfície, além de afetar a estrutura química da madeira ocasionando sua degradação. Na maioria dos casos, a combinação de luz ultravioleta (UV) e da umidade representam um grande desafio, pois induzem rapidamente a foto-oxidação de lignina, hemicelulose e celulose (BARRETO; PASTORE, 2009; CATTO, 2015; DELUCIS et al., 2016).

Os efeitos do intemperismo, apesar de serem considerados superficiais, constituem um problema para os consumidores da madeira porque, a irradiação de luz sobre a madeira ocasiona a mudança de cor, principalmente o escurecimento. Por outro lado, a alteração artificial da cor da madeira, por meio da termorreificação pode ser uma alternativa para aumentar a comercialização de espécies pouco utilizadas devido ao aspecto particular da cor (BRISCHKE; MEYER; OLBERDING, 2014; DELUCIS et al., 2016; PANDEY, 2005; GRIEBELER, 2013).

A madeira possui boa capacidade de absorção de luz ultravioleta, que pode penetrar aproximadamente 75 mm e cerca de 200 mm de luz visível, iniciando as reações fotoquímicas, principalmente na lignina. Dentre os componentes químicos

macromoleculares da madeira, a lignina é mais sensível à luz, devido a presença de grupos cromóforos em sua estrutura, ligados ao clareamento da superfície. Esses grupos cromóforos, podem ser degradados em produtos solúveis em água (PANDEY, 2005; PENG et al., 2014).

Após um prolongado tempo de exposição ao intemperismo, alguns compostos são lixiviados e uma nova superfície é exposta, logo abaixo da superfície que foi lixiviada. Conseqüentemente, esta nova superfície está suscetível à ação de intempéries, ataques de agentes biológicos, como fungos e organismos xilófagos, e assim ocorre a degradação da madeira (CHANG et al., 2010; EVANS; URBAN; CHOWDHURY, 2008).

A capacidade da madeira resistir a degradação por fatores biológicos-ambientais é conhecida como capacidade de resistência ao intemperismo ou durabilidade natural. Existem experimentos que predizem o comportamento da madeira frente ao intemperismo realizando testes de laboratório, diminuindo o tempo de obtenção de resultados, além disso, alguns tratamentos e produtos de acabamento da madeira são utilizados para minimizar o efeito de intempéries. Dentre esses tratamentos, a termorreificação consiste em submeter peças de madeira à temperaturas entre 120° e 200° C, faixa entre a secagem à alta temperatura e à temperatura de torrefação, obtendo madeiras com características diferenciadas como, por exemplo, a estabilização colorimétrica (DELUCIS et al., 2016; MODES et al., 2017).

Neste sentido, desenvolveu-se o presente estudo para avaliar o efeito da termorreificação na estabilização colorimétrica das madeiras de garapeira (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr.), muiracatiara (*Astronium lecointei* Ducke.) e tatajuba (*Bagassa guianensis* Aubl.), frente à ação do intemperismo natural.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Preparação do material

As madeiras de garapeira (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr.), muiracatiara (*Astronium lecointei* Ducke.) e tatajuba (*Bagassa guianensis* Aubl.) foram obtidas em serraria do município de Novo Progresso, Estado do Pará.

O material foi encaminhado ao Laboratório de Tecnologia da Madeira da Universidade Federal de Mato Grosso, câmpus universitário de Sinop (UFMT-CUS), onde foram preparados os corpos de prova orientados tangencialmente, com dimensões nominais de 2 x 5 x 10 cm (espessura, largura, comprimento). Os corpos de prova de cada espécie, foram divididos em três tratamentos, sendo que um deles correspondeu às amostras sem tratamento (*in natura*), e as demais às duas metodologias de termorreificação.

Antecedendo os tratamentos térmicos, os corpos de prova foram submetidos a secagem em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 100° C, e



aconicionados em câmara climatizada a 20 °C e 65% de umidade relativa até o momento do tratamento.

## 2.2 Termorreificação e intemperismo natural

As madeiras foram submetidas à termorreificação com temperatura de 180° C em estufa de circulação forçada de ar, em dois tempos de tratamento: 1°) madeira termorreificada por duas horas e; 2°) madeira termorreificada por quatro horas. As amostras sem tratamento (*in natura*) permaneceram acondicionadas, sendo as amostras tratadas, também, climatizadas antes da instalação à campo.

A exposição ao intemperismo natural foi realizada por meio da disposição, de modo aleatório, dos corpos de prova em plataforma metálica, a qual foi instalada em área de campo aberto no município de Sinop, Mato Grosso, com inclinação de 13°, sendo essa igual a latitude local. Os corpos de prova permaneceram expostos ao intemperismo durante oito meses, entre os períodos de junho de 2017 à fevereiro de 2018, proporcionando ação das estações de seca e chuva.

## 2.3 Análise colorimétrica

A colorimetria das madeiras foi analisada com base nos dados fornecidos por um espectrofotocolorímetro, dotado de iluminante D65 e ângulo de observação de 10°, conforme padrão estabelecido pelo sistema CIEL\*a\*b\*.

Foram registradas as leituras dos seguintes parâmetros: L\* que indica a luminosidade ou claridade, a qual varia de zero (preto) a 100 (branco); a\* permite verificar a coordenada cromática da cor entre o verde-vermelho e b\* indicando a coordenada cromática da cor sobre o eixo amarelo-azul, ambas variando entre -60 e +60; C, que indica a saturação ou cromaticidade, sendo a distância radial entre a localização da cor e o centro do espaço, e está diretamente ligada à concentração de pigmento; h\* é a tonalidade ou o ângulo de tinta, que define a cor em si (BONFATTI JÚNIOR; LENGOWSKI, 2018; MACDONALD; SZPUSZTA, 2004).

Adicionalmente, determinou-se a variação total da cor ( $\Delta E$ ), através da equação 1, conforme a norma da ASTM D 2244/2009 (ASTM, 2009). A variação total da cor foi comparada em duas situações: após o tratamento térmico, sendo calculada para o tratamentos de duas e quatro horas, tendo como base os parâmetros colorimétricos das amostras sem termorreificação; após intemperismo natural, a variação da cor levou em consideração a cor inicial, ou seja, amostra após a termorreificação antes e após a exposição ao intemperismo natural.

$$\Delta E * = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \text{ (Equação 1)}$$

Em que:  $\Delta E$  - variação total da cor;  $\Delta L^*$  variação do parâmetro L\*;  $\Delta a^*$  variação do

parâmetro  $a^*$ ; e  $\Delta b^*$  variação do parâmetro  $b^*$ .

## 2.4 Análise dos dados

A média das variáveis foram submetidas ao Teste de Tukey, à nível de 5% de probabilidade de erro, e o método não-paramétrico de Kruskal-Wallis, adotado quando observado não normalidade dos dados. Para análise após termorreificação as médias foram analisadas entre tratamentos, a nível de espécie. Após exposição ao intemperismo natural as médias foram analisadas a nível de tratamento, por espécie. Todas análises foram feitas pelo software R.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Colorimetria após termorreificação

Após a termorreificação as madeiras reduziram sua claridade em ambos os tempos de tratamento, resultando num menor valor do parâmetro  $L^*$ , o que qualifica uma coloração mais escura.

A claridade das madeiras variou entre 62,49 e 31,79 para garapeira, 58,66 e 27,38 para muiracatiara e 56,18 a 33,85 para tatajuba, conforme Tabela 1. A redução da claridade foi evidenciada a medida que o tempo de termorreificação foi aumentado, intensificando o escurecimento da madeira, exceto para a tatajuba, que não apresentou diferença estatística entre os tempos de tratamento.

Freitas et. al (2016) comenta que esse decréscimo na luminosidade é comum quando a madeira passa por termorreificação, devido a oxidação de algumas substâncias, por conseguinte, resultando em menor valor de  $L^*$ .

Espécie	Tempo de tratamento	Parâmetros colorimétricos					Cor**
		$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	h	
Garapeira	<i>In natura</i>	62,49 a	10,18 a	25,93 a	27,89 a	68,61 a	Marrom-oliva
	2	41,83 b	8,64 b	8,32 b	12,01 b	43,71 c	Marrom-arroxeadado
	4	31,79 c	5,85 c	7,38 b	9,43 c	51,08 b	Preto
Muiracatiara	<i>In natura</i>	58,66 a	15,84 a	26,87 a	31,19 a	59,49 a	Rosa
	2	35,17 b	7,04 b	4,04 b	7,07 b	31,49 b	Preto-avermelhado
	4	27,38 c	4,13 c	1,30 c	3,40 c	21,89 c	Preta
Tatajuba	<i>In natura</i>	56,18 a	10,00 a	25,66 a	27,56 a	68,66 a	Marrom-oliva
	2	38,07 b	7,81 b	4,54 b	9,05 b	29,94 c	Roxo~Preto
	4	33,85 b	5,73 c	4,64 b	7,38 c	38,81 b	Preto-avermelhado

TABELA 1. Classificação colorimétrica das madeiras de garapeira, muiracatiara e tatajuba *in natura* e termorreificadas à 180° C

\*Letras minúsculas indicam diferença significativa entre as médias na vertical para cada espécie, de acordo com o Teste de Tukey, à nível de 5% de probabilidade de erro.

\*\* Conforme classificação proposta por Camargos & Gonzalez (2001).

Na coordenada cromática  $a^*$  também houve tendência de redução gradual da intensidade do tons vermelho, em função do aumento do tempo de termorretificação. A coordenada cromática  $b^*$  reduziu a intensidade da cor amarela de modo gradual apenas para a madeira de muiracatiara, pois para a garapeira e tatajuba não apresentou diferença estatística entre as amostras termorretificadas.

A matriz vermelho ( $a^*$ ) variou entre 10,18 a 5,85 para a madeira de garapeira, 15,84 a 4,13 para muiracatiara e 10,00 a 5,73 para tatajuba. A redução dos valores deste parâmetro é devido a volatização dos extrativos polares, que tem sua decomposição na faixa de temperatura entre 130 e 250° C (MÉSZÁROS; JAKAB; VÁRHEGYI, 2007).

A matriz amarelo ( $b^*$ ) variou de 25,93 a 7,38 para a madeira de garapeira, de 26,87 a 0,40 para muiracatiara e de 25,66 a 4,54 para tatajuba. Compostos cromóforos associados às ligninas e aos extrativos conferem a cor amarelada à madeira, entretanto, a termorretificação degrada estes compostos reduzindo a intensidade da matriz amarelo ( $b^*$ ) (PINCELLI; DE MOURA; BRITO, 2012).

A saturação ( $C^*$ ) apresentou comportamento semelhante aos das matrizes  $a^*$  e  $b^*$ , mostrando que as madeiras termorretificadas adquiriram coloração mais opaca. Na medida em que os valores de  $b^*$  para madeira são em geral maiores que os de  $a^*$ , assume-se que a matriz amarelo tem mais influência sobre a saturação, o que explica o comportamento semelhante entre  $b^*$  e  $C^*$  (ZANUNCIO; FARIAS; DA SILVEIRA, 2014).

Quanto a modificação da cor da madeira, conforme classificação proposta por Camargos & Gonzalez (2001), a madeira de garapeira passou de marrom-oliva para preto, a muiracatiara variou de rosa para preta e, a tatajuba de marrom-oliva para preto avermelhado. A alteração da cor original pode agregar maior valor ao produto final. Em países da Europa e América do Norte, a termorretificação tem sido aplicada em madeiras de cores claras e de menor valor comercial visando a obtenção de produtos de maior valor agregado (LOPES et al., 2014).

Dentre as madeiras tratadas termicamente, a maior e menor variação total da cor ( $\Delta E$ ) foram observados para as madeiras de garapeira e tatajuba, respectivamente, submetidas ao tempo de tratamento de 4 horas, conforme Tabela 2.

De acordo com a classificação proposta por Hikita et al. (2001) a variação da cor para todas as espécies após a termorretificação foi classificada como muito apreciável, já que todos os  $\Delta E^*$  encontrados foram acima de 12.

Espécie	Tratamentos	
	2	4
Garapeira	31,33	34,78
Muiracatiara	38,27	40,54
Tatajuba	31,40	34,7

TABELA 2. Variação total da cor ( $\Delta E^*$ ) das madeiras de garapeira, muiracatiara e tatajuba após termorretificação.

Em que: 2 e 4 = amostras termorretificadas por duas e quatro horas, respectivamente.

### 3.2 Colorimetria após intemperismo natural

Após a ação do intemperismo natural houve redução luminosidade para as amostras *in natura* de todas as espécies. Em relação as amostras tratadas, as madeiras de garapeira e muiracatiara apresentaram aumento da luminosidade após a exposição ao intemperismo natural, sendo o tempo de termorretificação de duas horas o que conferiu maior aumento de  $L^*$ , indicando coloração mais clara para todas as espécies. Já a amostra de tatajuba apresentou redução da luminosidade, indicando que a madeira ficou mais escura após a ação do intemperismo, conforme Figura 1.

A redução da luminosidade da madeira observada no parâmetro  $L^*$  pode ser atribuída as reações de foto-oxidação e despolimerização de substâncias cromóforas presentes na lignina e nos extrativos (compostos fenólicos e terpenos). Estas reações são devidas a absorção de luz solar na fração ultravioleta e visível, e da posterior lixiviação do material degradado pela ação do intemperismo natural (CHANG et al., 2010; DELUCIS et al., 2016; EVANS; URBAN; CHOWDHURY, 2008; PANDEY, 2005).

Houve redução da coordenada cromática  $a^*$  em todas as espécies e tratamentos, resultando na menor intensidade da cor vermelha. Na coordenada cromática  $b^*$  para a madeira de garapeira, também houve redução de pigmento amarelo nas amostras *in natura* e termorretificadas. Já para muiracatiara a redução foi observada somente nas amostras *in natura*, permanecendo estável nas madeiras termorretificadas por duas horas, e aumentando a intensidade do pigmento amarelo entre as termorretificadas por quatro horas.

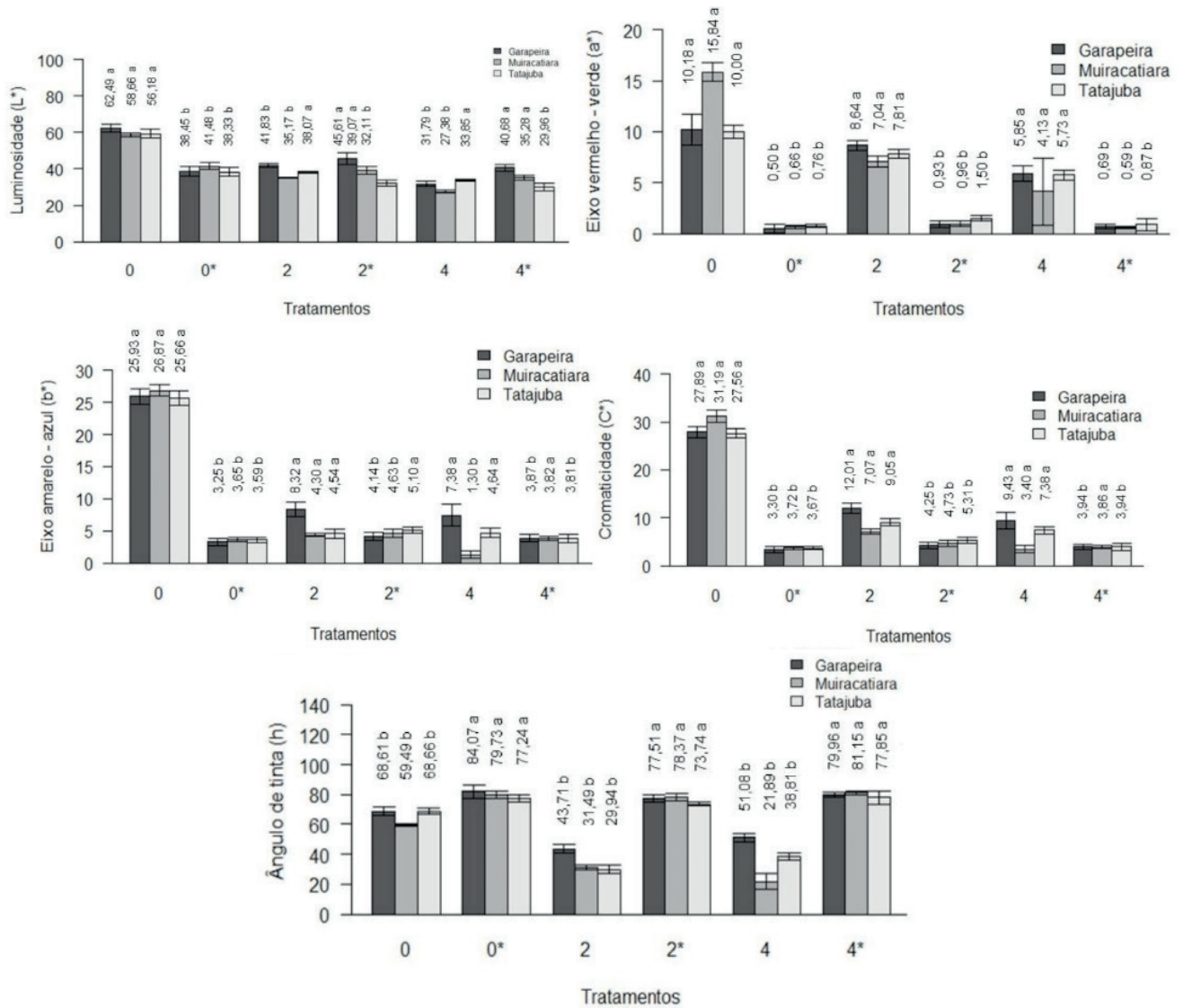


FIGURA 1. Parâmetros colorimétricos antes e após intemperismo natural.

\* Tempos de tratamento com asterisco indicam aferições colorimétricas após exposição ao intemperismo, sendo o zero representante das amostras *in natura* (sem termorreificação).

Nas madeiras de tatajuba também foi observado estabilidade do pigmento amarelo nas amostras termorreificadas por duas horas, havendo redução da intensidade de cor apenas em amostras *in natura* e tratadas por quatro horas.

Essa mudança na cor da madeira exposta à ação do intemperismo natural, ocorre devido a luz solar que causa a modificação de grupos cromóforos capazes de absorver a radiação ultravioleta no comprimento de onda entre 300 e 400 nm (MOORE; OWEN, 2001; PANDEY, 2005).

Quanto aos níveis de cromaticidade (C\*) é possível verificar que as amostras de todas espécies adquiriram cores mais opacas, observados com a redução de cromaticidade em todos os tratamentos, exceto para amostras termorreificadas por quatro horas de muiracatiara que não se diferiram estatisticamente. Os valores de C\* associados aos do parâmetro L\* indicam que a modificação da cor da madeira tende a tons cinza com a ação do intemperismo.

O aumento do ângulo de tinta após intemperismo em todas as espécies, tanto para amostras *in natura* quanto termorretificadas, contribui para caracterizar madeiras amareladas, mais claras, situando-se próximo ao eixo b\*.

Para efeito do intemperismo natural, os maiores valores de  $\Delta E$  foram verificados para as madeiras do tratamento testemunha, Tabela 4, o que demonstra a viabilidade da termorretificação na estabilização colorimétrica das madeiras.

Espécie	Tratamentos		
	<i>In natura</i>	2	4
Garapeira	34,42	10,31	11,16
Muiracatiara	32,68	8,60	9,33
Tatajuba	31,43	8,83	6,56

TABELA 4. Variação total da cor ( $\Delta E^*$ ) das madeiras de garapeira, muiracatiara e tatajuba após intemperismo natural.

Em que: *in natura* = amostras não termorretificadas; 2 e 4 = amostras termorretificadas por duas e quatro horas, respectivamente.

A variação da cor para todas as espécies após o intemperismo também foi classificada como muito apreciável (HIKITA et al., 2001). Os maiores valores foram indicados para a madeira sem termorretificação, indicando a melhora na estabilidade da cor após este tratamento.

As alterações da cor provocadas pela ação da radiação são mais intensas nos primeiros momentos de exposição, com escurecimento pronunciado da superfície da madeira. Com a passagem do tempo, há diminuição da variação total da cor, o que pode ser devido a lixiviação a partir da camada superficial de madeira, renovando parcialmente o perfil colorimétrico (MARTINS et al., 2011; TELES; COSTA, 2014).

O aumento de resistência à fotodescoloração responsável pela estabilização colorimétrica de madeiras tropicais termorretificadas, se dá a partir de um tempo mínimo de 84 horas de exposição a radiação ultravioleta. Além disso, características anatômicas como presença de células mais jovens, e região de origem das amostras na árvore (alburno/medula), garantem maior luminosidade e estabilidade colorimétrica frente à termorretificação. Quando utilizada temperaturas superiores à 150° C as alterações são mais significativas, proporcionando maior uniformidade de cor para a madeira termorretificada (GOUVEIA, 2008; GRIEBELER, 2013; SUNDQVIST, 2004).

## 4 | CONCLUSÃO

A termorretificação das madeiras de garapeira, muiracatiara e tatajuba à 180° C pelo tempo de duas e quatro horas, ocasionaram alterações apreciáveis à coloração das



madeiras. Após a aplicação do tratamento a madeira de garapeira (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr) passou da cor marrom-oliva para preto, a muiracatiara (*Astronium lecointei* Ducke.) da coloração rosa para preto, e a tatajuba (*Bagassa guianensis* Aubl.) de marrom-oliva para preto – avermelhado. Com a exposição das amostras ao intemperismo natural, o processo de termoretificação mostrou-se viável para estabilização colorimétrica das madeiras, sendo o tempo de duas horas suficiente para conferir menor variação total da cor.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). ASTM D 2244-09a: **Standard practice for calculation of color tolerances and color differences from instrumentally measured color coordinates**. Philadelphia, 2009.

BARRETO, C. C. K.; PASTORE, T. C. M. **Resistência ao intemperismo artificial de quatro madeiras tropicais: O efeito dos extrativos**. *Ciência Florestal*, v. 19, n. 1, p. 23–30, 2009.

BONFATTI JÚNIOR, E. A.; LENGOWSKI, E. C. **Colorimetria aplicada à ciência e tecnologia da madeira**. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 38, p. 1–13, 2018.

BRISCHKE, C.; MEYER, L.; OLBERDING, S. **Durability of wood exposed in ground - Comparative field trials with different soil substrates**. *International Biodeterioration and Biodegradation*, v. 86, p. 108–114, 2014.

CAMARGOS, J. A. A.; GONÇALEZ, J. C. **A colorimetria aplicada como instrumento na elaboração de uma tabela de cores de madeira**. *Brasil Florestal*, v. 71, p. 30–41, 2001.

CATTO, A. L. **Resistência ao Intemperismo Natural e Ataque Fúngico de Compósitos Polímero-Madeira**. p. 225, 2015.

CHANG, T. C. et al. **Stabilizing effect of extractives on the photo-oxidation of Acacia confusa wood**. *Polymer Degradation and Stability*, v. 95, n. 9, p. 1518–1522, 2010.

DELUCIS, R. et al. **Color de la madera de dos eucaliptos expuestas al intemperismo natural en tres entornos ambientales diferentes**. *Maderas: Ciencia y Tecnología*, v. 18, n. 1, p. 133–142, 2016.

EVANS, P. D.; URBAN, K.; CHOWDHURY, M. J. A. **Surface checking of wood is increased by photodegradation caused by ultraviolet and visible light**. *Wood Science and Technology*, v. 42, n. 3, p. 251–265, 2008.

FREITAS, A. S.; GONÇALEZ, J. C.; DEL MENEZZI, C. H. **Tratamento termomecânico e seus efeitos nas propriedades da Simarouba amara (Aubl.)**. *Floresta e Ambiente*, v. 23, n. 4, p. 565–572, 2016.

GOUVEIA, F. N. **Aplicação de tratamentos térmicos para estabilização colorimétrica De Madeiras**, 2008. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - UnB - Brasília.

GRIEBELER, C. G. O. **Colorimetria da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden modificada termicamente**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), UFPR - Curitiba.

HIKITA, Y. et al. **Weathering testing of timber: discoloration**. In: Imamura, Y. (Ed.). **High performance utilization of wood for outdoor uses**. Kyoto, FU: Press-Net, 2001. p. 27-32.

LOPES, J. DE O. et al. **Uniformização da cor da madeira jovem de teca pela termorreificação.** Revista Arvore, v. 38, n. 3, p. 561–568, 2014.

MACDONALD, M.; SZPUSZTA, M. **CommissioDe L'Eclairage International Commssion on Illumination Internationale Beleuchtungskommission.** CIE Technical Report. 2004.

MARTINS, S. A. et al. **Envelhecimento artificial acelerado por radiação ultravioleta de madeiras de *Eucalyptus benthamii* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.** Floresta, v. 41, n. 1, p. 87–96, 2011.

MÉSZÁROS, E.; JAKAB, E.; VÁRHEGYI, G. **TG/MS, Py-GC/MS and THM-GC/MS study of the composition and thermal behavior of extractive components of *Robinia pseudoacacia*.** Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, v. 79, n. 1- 2 SPEC. ISS., p. 61–70, 2007.

MODES, K. S. et al. **Efeito da termorreificação nas propriedades mecânicas das madeiras de *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis*.** Ciencia Florestal, v. 27, n. 1, p. 291–302, 2017.

MOORE, A. K.; OWEN, N. L. **Infrared spectroscopic studies of solid wood.** Applied Spectroscopy Reviews, v. 36, n. 1, p. 65–86, 2001.

PANDEY, K. K. **A note on the influence of extractives on the photo-discoloration and photo-degradation of wood.** Polymer Degradation and Stability, v. 87, n. 2, p. 375–379, 2005.

PENG, Y. et al. **Effects of UV weathering on surface properties of polypropylene composites reinforced with wood flour, lignin, and cellulose.** Applied Surface Science, v. 317, p. 385–392, 2014.

PINCELLI, A. L. P. S. M.; DE MOURA, L. F.; BRITO, J. O. **Effect of thermal rectification on colors of *Eucalyptus saligna* and *pinus Caribaea* woods.** Maderas: Ciencia y Tecnologia, v. 14, n. 2, p. 239–248, 2012.

SUNDQVIST, B. **Colour changes and acid formation in wood during heating.** Doctoral thesis, p. 154, 2004.

TELES, R. F.; COSTA, A. F. **Influência do Intemperismo Acelerado nas Propriedades Colorimétricas da Madeira de Angelim Pedra.** Nativa, v. 2, n. 2, p. 65–70, 2014.

ZANUNCIO, A. J. V.; FARIAS, E. DE S.; DA SILVEIRA, T. A. **Termorreificação e colorimetria da madeira de *eucalyptus grandis*.** Floresta e Ambiente, v. 21, n. 1, p. 85–90, 2014.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS:** Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco – UPE (2009), Mestre em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Piauí – UFPI (2012), com bolsa do CNPq. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba -UFPB (2016), com bolsa da CAPES. Atualmente é professora adjunta do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Fitotecnia, fisiologia das plantas cultivadas, propagação vegetal, manejo de culturas, nutrição mineral de plantas, adubação, atuando principalmente com fruticultura e floricultura. E-mail para contato: raissasalustriano@yahoo.com.br; raissa.matos@ufma.br; Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0720581765268326>

**PAULA SARA TEIXEIRA DE OLIVEIRA:** Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA) no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA). Atua na área de pesquisa de produção vegetal com foco em estudos de tecnologias para produção de mudas de frutíferas e plantas ornamentais. E-mail: paulasara1997@gmail.com; Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3559574180065279>

**RAMÓN YURI FERREIRA PEREIRA:** Graduando em Agronomia pelo Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Têm experiência na área de produção vegetal, com ênfase em fruticultura, produção de mudas, substratos alternativos, nutrição de plantas e propagação vegetativa. E-mail: ramonyuri00@outlook.com; Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0329684161084943>

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acerola 131, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 169, 170  
Aditivos 59, 111, 112, 113, 116  
*Aedes Aegypti* 50, 51, 53, 55, 56, 58, 60, 61, 62  
Agroquímica 146, 147  
Alginato de Sódio 126, 127, 128  
Amazonas 11, 45, 64, 65, 66  
Antimicrobiano 59, 112  
Aquênios 13, 14, 15, 16, 17, 91, 92  
*Arachis Hypogaea* L. 87, 92, 95, 96, 97  
Argissolos 133, 134, 138, 141  
Aspectos Biométricos 13  
Atividade Antimicrobiana 61, 122, 132, 146, 147, 148, 153  
Atividade Antioxidante 51, 53, 55, 56, 57, 60, 62, 121, 165  
Atividade Larvicida 50, 51, 53, 56, 58, 59, 62  
Atributos de Solos 2  
Atributos do Solo 2, 19, 21, 24, 35, 48

### B

Bagres 64, 65  
*Brassica Napus* L. 89, 90, 97

### C

Cactáceas 99  
Carbono Orgânico 19, 23, 28, 30, 33, 36, 41, 46, 47  
Cepas 150, 152, 158, 159, 162, 165, 167, 168, 174  
Cerrado 7, 12, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 28, 30, 31, 91, 97, 133, 134, 135, 142, 145, 148, 153, 185  
Ciclagem de Nutrientes 19, 20, 30  
Ciclo Hidrológico 64, 65  
Cobertura Vegetal 2, 34, 35, 36, 37, 40, 43, 49, 144  
Comunicação Científica 67  
Comunidades Virtuais 67, 70, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 86  
Condimentos 111, 115  
Controle Alternativo 147  
Corn Snake 155, 156

## D

Degradação 12, 21, 33, 34, 37, 53, 56, 59, 143, 144, 176, 186, 187, 188  
Desenvolvimento Inicial 180, 181, 182  
Disseminação 61, 67, 72, 99, 103

## E

Ecofisiologia Vegetal 87  
Encapsulamento 126, 127, 128, 131  
Endoglucanase 171, 172, 173, 175, 176, 177, 178  
Etnobotânica 118, 119, 120, 124  
Extrato Etanólico 50, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 122, 123, 153

## F

Feiras 111, 112, 113, 124  
Fermentação 158, 159, 161, 162, 164, 165, 166, 167, 168, 171, 173, 174, 178  
Fermentado Alcoólico 158, 159, 161, 162  
Física do Solo 2, 12, 37, 38  
Fitopatógenos 146  
Fitoterápicos 119, 121, 124  
Fragaria x Ananassa Duch 13, 14, 16, 17

## G

Gleissolos 133, 138, 142  
Grau de Floculação 2

## H

*Helianthus Annuus* L. 87, 91  
Higiene 111, 112, 113, 116

## I

Irrigação 47, 101, 108, 134, 136, 141, 145, 180, 181, 182, 183, 184, 185

## L

*Lasiodiplodia Theobromae* 50, 51, 53, 54, 59, 60, 62  
Latosolos 11, 12, 21, 24, 133, 134, 138, 139, 143, 144  
Leveduras 159, 162, 164, 165, 166, 167, 168, 178  
Lignocelulósicos 171, 173, 176  
Lotes de Aquênios 13, 17

## M

Madeiras Amazônicas 186  
Mapeamento 80, 84, 133, 134, 138, 141, 145  
Matéria Orgânica do Solo 2, 35, 47, 134, 143  
Morango 13, 14, 15, 17, 18

## O

Óleo Essencial 59, 146, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154  
Ortodoxos 13, 16, 17  
Ovocentese 155, 156, 157

## P

Palma Forrageira 99, 100, 101, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110  
Peixes 64, 65  
*Penicillium Roqueforti* 171, 172, 173, 179  
Perímetro Irrigado 99, 100, 101, 109  
Petiveria Alliacea 50, 51, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63  
Pirarara 64, 65, 66  
Plantas Medicinais 52, 53, 54, 61, 62, 118, 120, 121, 124, 125, 153  
Plantio Direto 19, 20, 22, 30, 31, 32, 46, 47, 144  
Processos Erosivos 33, 34, 35, 46, 48, 134, 141  
Produção de Óleo 87, 88, 91, 93  
Produtores 88, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 159, 169, 182  
Produtos Naturais 54, 55, 147, 152

## Q

Qualidade Microbiológica 111, 115, 159, 167, 168

## R

Redes de Pesquisa 67, 69, 70, 72, 73, 74, 77, 78, 80, 81, 82, 83  
Reidratação 126, 129, 130, 131  
Reprodução 155  
Répteis 155, 156  
Resíduo Agroindustrial 131, 172

## S

Sacarificação Enzimática 171, 172, 173, 177, 179  
Saturação Por Bases 2, 12, 36, 42, 44, 92



Secagem em Estufa 126, 130, 131, 188

Semiárido 13, 15, 47, 55, 99, 100, 101, 104, 105, 109, 111, 114

Serpentes 155, 157

## T

Tecnologia da Madeira 186, 195

Tratamento 54, 92, 93, 94, 112, 115, 119, 122, 123, 124, 150, 153, 155, 156, 157, 176, 177, 186, 188, 189, 190, 191, 193, 194, 195

Tratamento Térmico 186, 189

Trocas Gasosas 180, 181, 183, 184, 185

## V

Voçorocas 33, 34, 35, 36, 37, 39, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49

# CIÊNCIAS AGRÁRIAS: CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS

# 4

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

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

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

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

 **Atena**  
Editora

Ano 2020

# CIÊNCIAS AGRÁRIAS: CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS

# 4

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

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

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

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

 **Atena**  
Editora

Ano 2020