



Júlio César Ribeiro
Carlos Antônio dos Santos
(Organizadores)

Competência Técnica e Responsabilidade Social e Ambiental nas Ciências Agrárias 3



Júlio César Ribeiro
Carlos Antônio dos Santos
(Organizadores)

Competência Técnica e Responsabilidade Social e Ambiental nas Ciências Agrárias 3

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editores: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Karine de Lima

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof^a Dr^a Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

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

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

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

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

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

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

Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof^a Dr^a Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. 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^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

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

Prof^a Dr^a Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

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

Prof^a Dr^a Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof^a Dr^a 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^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

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

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

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

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

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

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

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

APRESENTAÇÃO

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

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

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

Júlio César Ribeiro
Carlos Antônio dos Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 1

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

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

DOI 10.22533/at.ed.4312022011

CAPÍTULO 2 8

SUBSTRATO BOVINO NO DESENVOLVIMENTO DE ESTACAS DE ACEROLEIRA

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

DOI 10.22533/at.ed.4312022012

CAPÍTULO 3 16

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

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

DOI 10.22533/at.ed.4312022013

CAPÍTULO 4 22

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

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

DOI 10.22533/at.ed.4312022014

CAPÍTULO 5 29

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

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

DOI 10.22533/at.ed.4312022015

CAPÍTULO 6 37

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

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

DOI 10.22533/at.ed.4312022016

CAPÍTULO 7 43

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

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

DOI 10.22533/at.ed.4312022017

CAPÍTULO 8 54

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO UMBUZEIRO COM ENRAIZADORES ALTERNATIVOS

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

DOI 10.22533/at.ed.4312022018

CAPÍTULO 9 62

INFLUÊNCIA DE REGULADORES VEGETAIS NO DESENVOLVIMENTO REPRODUTIVO DE PLANTAS DE SOJA

Marcelo Ferraz de Campos
Elizabeth Orika Ono

DOI 10.22533/at.ed.4312022019

CAPÍTULO 10 72

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

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

DOI 10.22533/at.ed.43120220110

CAPÍTULO 11 80

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

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

DOI 10.22533/at.ed.43120220111

CAPÍTULO 12 89

HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DO MOSTO DA PALMA FORRAGEIRA PARA PRODUÇÃO DE ETANOL

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

DOI 10.22533/at.ed.43120220112

CAPÍTULO 13 97

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

Deodato do Nascimento Aquino
Eunice Maia de Andrade
Flávio Jorge Ponzoni

DOI 10.22533/at.ed.43120220113

CAPÍTULO 14 110

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

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

DOI 10.22533/at.ed.43120220114

CAPÍTULO 15 122

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

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

DOI 10.22533/at.ed.43120220115

CAPÍTULO 16 136

DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DA MAÇÃ EMPREGANDO ENERGIA ULTRASSÔNICA

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

DOI 10.22533/at.ed.43120220116

CAPÍTULO 17 144

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

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

DOI 10.22533/at.ed.43120220117

CAPÍTULO 18 155

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

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

DOI 10.22533/at.ed.43120220118

CAPÍTULO 19 164

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

Quezia da Silva Rosa
Mayko da Silva Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.43120220119

CAPÍTULO 20 174

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

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

DOI 10.22533/at.ed.43120220120

CAPÍTULO 21 180

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

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

DOI 10.22533/at.ed.43120220121

CAPÍTULO 22 187

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

Lidiane Kraemer Uhry
Oscar Vicente Quinonez Fernandez

DOI 10.22533/at.ed.43120220122

CAPÍTULO 23	199
TAXA DE APORTE DE SEDIMENTOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO RIO IGUAÇU – PR Matheus Fonseca Durães José Alexandre Pinto Coelho Filho DOI 10.22533/at.ed.43120220123	
SOBRE OS ORGANIZADORES	222
ÍNDICE REMISSIVO	223

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

Data de Aceite: 03/01/2020

Karina Miranda de Almeida

Universidade do Estado do Pará - UEPA,
Marabá - PA.

Gleidson Marques Pereira

Universidade do Estado do Pará - UEPA,
Marabá - PA.

João Paulo Soares da Silva

Universidade do Estado do Pará - UEPA,
Marabá - PA.

João Pedro Silva da Silva

Universidade do Estado do Pará - UEPA,
Marabá - PA.

Luana Mariza Moraes dos Santos

Universidade do Estado do Pará - UEPA,
Marabá - PA.

Nathália Cordeiro Fidelis dos Santos

Universidade do Estado do Pará - UEPA,
Marabá - PA.

RESUMO: O solo é uma estrutura dinâmica composta de processos físicos, bioquímicos e apresenta diversas características influenciadas pelo ambiente, assim, necessita de estudos aprofundados a fim de entender o que infere nestas propriedades. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a estrutura dos solos do Projeto de Desenvolvimento Sustentável

(PDS) Porto Seguro, na cidade de Marabá - PA através de Diagnóstico Rápido de Estrutura dos Solos (DRES). Os resultados obtidos indicaram Índice de Qualidade Estrutural do Solo (IQES) de aproximadamente 3,5, representando qualidade regular, indicando a necessária atenção e o cuidado com práticas de uso sustentável do solo, provando a importância e eficácia de técnicas como o DRES para a manutenção da qualidade dos solos.

PALAVRAS-CHAVE: Estrutura dinâmica, diagnóstico rápido, qualidade do solo.

STRUCTURAL EVALUATION OF SOIL IN THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT PROJECT PORTO SEGURO, MARABÁ - PARÁ

ABSTRACT: Soil is a dynamic structure composed by physical, biochemical processes and presents several characteristics influenced by the environment, then, it needs comprehensive studies in order to understand what infers in these properties. In doing so, the objective of this paper was to evaluate the soil structure from the Sustainable Development Project (PDS) Porto Seguro, in the city of Marabá - PA through the fast diagnosis of the structure of the soil (DRES). The results obtained have shown soil structure quality index (IQES) around 3,5, representing regular quality, indicating the necessary attention and the care with practice of soil sustainable use, proving the importance

and efficacy of techniques like DRES to the maintaining of soil quality.

KEYWORDS: Dynamic structure, fast diagnosis, soil quality.

1 | INTRODUÇÃO

O solo é um sistema constituído por partes sólidas, físicas e gasosas oriundas de fontes minerais e orgânicas, e o mesmo é também formado por horizontes, que possibilitam diferenciar e classificar os tipos de solo (MENDONÇA, 2010). Para tal classificação um dos aspectos a ser considerado é a estrutura do solo, a qual refere-se à disposição dos agregados, formados por componentes orgânicas e minerais: óxido de ferro, alumínio, dentre outros. Esta característica também permite a averiguação de possíveis indícios de degradação ou conservação do solo, pois a mesma está intimamente ligada com os processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem neste (GENNARO, et al. 2015).

Há métodos utilizados para medir e estudar, a estrutura e outras características do solo, no entanto, levam tempo para serem elaborados em laboratórios, além dos gastos com diversos materiais de coleta e ademais como: mostrador de profundidade, trados, dentre outros (SILVA et al., 2012). A busca por processos rápidos e de baixos custos é uma alternativa perante a esta problemática, e um dos exemplos destes tipos de procedimento é o Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo (DRES).

O DRES é um processo que caracteriza as camadas superficiais do solo nos primeiros 25 cm, a partir de avaliação visual do tamanho dos torrões ou agregados bem como outros atributos presentes, tais como: atividade biológica, tamanho das raízes pivotantes, entre outros (RALISCH et al., 2017). É uma avaliação rápida, pouco evasiva na área de coleta, e uma tecnologia que pode ser facilmente ensinada para pequenos e grandes agricultores na ajuda do manejo do solo em si, assim como sugerir formas de uso mais sustentável do solo. Nesse sentido o seguinte trabalho objetivou-se a avaliar a estrutura do solo em uma área de assentamento, de forma interpretativa, com aplicação de nota de qualidade e recomendação necessária, através da aplicação de DRES proposto pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O Projeto Desenvolvimento Sustentável (PDS) Porto Seguro, área de estudo, está localizado na rodovia BR-155, Km 14, na Zona Rural do município de Marabá, Pará. A área total do PDS é de 1.069 hectares, a qual comporta 37 lotes. No local há sistemas agroflorestais (SAFs) os quais são maneiras de uso do solo com combinação de culturas agrícolas com espécies arbóreas (exóticas ou nativas), e ainda pode associar com criação de animais, buscando assim trazer vantagens econômicas e ecológicas ao mesmo tempo.

Para a abertura de minitrincheiras de 40x20cm e seguinte coleta com avaliação

de amostras, foram escolhidas áreas de plantio, e nomeadas em pontos (P), de: banana (*Musa spp.*) (P1), macaxeira (*Manihot esculenta Crantz*) (P4), laranja (*Citrus sinensis L. Osbeck*) (P5) e babaçu (*Orbignya spp.*) (P6), e também em outras duas regiões: próximo à um poço desativado (P2) e outra sem cultivos de espécies (P3); como demonstrado no mapa elaborado no programa Quantum GIS 2.14.15 (Figura 1).

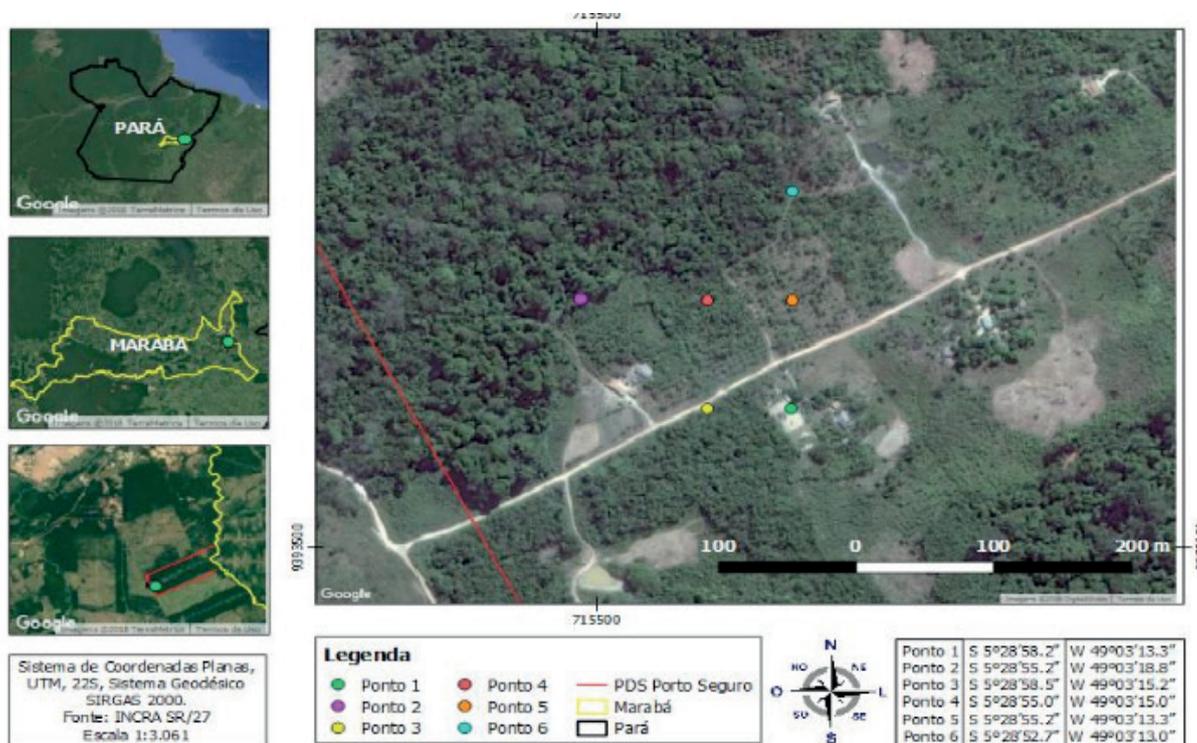


Figura 1. Pontos e as coordenadas dos locais onde foram retiradas as amostras no PDS. Fonte: Silva, 2018.

Em todos os pontos verificados notou-se a predominância de Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura média argilosa, característico do município de Marabá (FAPESPA, 2016).

A metodologia utilizada para abertura das minitrincheiras, coletas e análise visual das amostras foi a mesma descrita por Ralisch et al. (2017) no documento da Embrapa sobre DRES, sendo assim após aberturas das pequenas trincheiras retiraram-se blocos de espessura 10 cm. Em seguida foi feita avaliação visual das camadas das amostras, com base em critérios: de evidências de degradação ou conservação da estrutura do solo e classes de tamanho de agregados. Depois de analisados, foram atribuídas notas às camadas (Qe_0), e feitos os cálculos de: índice de qualidade estrutural do solo da amostra (IQEA) e índice de qualidade estrutural do solo (IQES), conforme as equações (1) e (2) respectivamente, abaixo:

$$IQEA = [(E_{c1} * Qe_{c1}) + (E_{c2} * Qe_{c2}) + (E_{c3} * Qe_{c3})] / E_{total} \quad (1)$$

Onde:

IQEA: índice de qualidade estrutural do solo da amostra; E_c : espessura da camada em centímetros; Qe_c : nota de qualidade estrutural de cada camada; e E_{total} : espessura ou profundidade total da amostra.

$$IQES = (IQEA_1 + IQEA_2 + \dots + IQEA_n) / n \quad (2)$$

Onde:

IQES: índice de qualidade estrutural do solo na gleba avaliada e n: número total de amostras.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Critério evidências de degradação ou conservação da estrutura do solo

O solo em P1, P4, e P5 apresentou indícios de degradação, pois foram observadas camadas mais desagregadas na parte superficial, seguidas de uma camada compactada com pouca presença de raízes (Figura 02), ou seja, uma transição abrupta de uma camada à outra. Como há plantação nestas áreas em questão, há atividades como aração e revolvimento do solo, justificando a pouca cobertura vegetal e as características de degradação mencionadas.



Figura 2. Identificação, separação de camadas de solo com características morfológicas distintas. Fonte: autores, 2018.

Conforme a Figura 1, em P2 e P6 observou-se características semelhantes entre eles, solos com camadas menos agregadas e evidências de atividades biológicas, como presença de artrópodes, pequenas raízes e pequenos agregados, haja vista que ambos os pontos são localizados em áreas arborizadas e sombreadas, as quais podem influenciar nas propriedades do solo. O P3, embora apresente localidade parecida, sem plantio e arborizado, possui solo com sinais de compactação, com agregados maiores e alta presença de raízes sem adentrá-los, o qual pode ser justificado pela pouca porosidade do solo e maior resistência do mesmo.

Critério classes de tamanho de agregados

Quanto ao tamanho dos agregados, nas duas camadas separadas de P1, a superficial e a mais profunda receberam notas de $Qec1=2$ e $Qec2=1$ respectivamente, o que demonstra as evidências de degradação no local, pois Qec com valores de 3 a 1 indicam solos com agregados com tamanho menor que 1 cm e maior que 7 cm, caracterizando um solo compactado, como ocorre neste ponto já que ocorre plantio de bananas, e isso reflete à vulnerabilidade do solo ao processo de erosão, assim como o pouco teor de matéria orgânica.

No solo de P4 e P5, a camada superficial teve como nota, $Qec1=4$, pois os agregados tenderam a tamanhos de 1 a 4 cm, e nas camadas profundas, foi mais de 70% com 1 a 3 cm, e portanto denominou-se a nota de $Qec2$ também equivalente à 4 para P4 e P5, o que os classificam como solos os quais podem estar ou não em processo de compactação, pois talvez estejam em fase de recuperação dos aspectos estruturais. Como no critério anterior estes pontos foram denominados como degradados perante às características, tratando-se de plantios de macaxeira e laranja, a tendência então é verifica-lo como pouco compactado se comparado à P1 e P4.

Os solos de P2 e P6 como dito anteriormente apresentaram índices de solo não degradado, com $Qec1=4$ e $Qec2 = 5$ para P2, e $Qec1=5$ e $Qec2 = 4$ para P6, onde o valor igual à 5 confere a presença de 50 a 70% de agregados de 1 a 4 cm com estrutura grumosa. Foram observadas camadas menos compactadas e de menor resistência ao manuseio, bem como maior atividade biológica, justificadas em P2 pela inexistência de cultivos no local e ausência de alterações no meio devido a plantações como nos outros pontos e em P6 pela interação com a mata sem alterações e degradação próxima à plantação de côco babaçu, no SAF.

Para o solo de P3, foram atribuídos $Qec1=1$ e $Qec2 = 4$, visto que, o solo apresentava sinais de compactação e presença de menos de 50% de agregados entre 1 a 4 cm na primeira camada e mais de 70% de agregados menores que 1 e maiores que 7cm, caracterizando um solo o qual desagrega com fácil pressão e no entanto, tende a manter agregados de maior tamanho. Isto pode ser justificado pela classe do solo combinada à níveis baixos de atividade biológica, fatores observados em solos com indícios de compactação.

IQEA E IQES

Após a atribuição de valores às camadas nos solos analisados visualmente nos seis diferentes pontos, foi elaborado os cálculos do IQEA, (Tabela 01), no qual atribuiu-se o valor de 12,5 e 25 cm à E_c e E_{total} em nos locais, pois em todas as áreas separou-se as amostras em duas camadas de espessura 12, 5 cm cada, totalizando os 25 cm.

Ponto	Qe _{c1}	Qe _{c2}	E _c (cm)	E _{total} (cm)	IQEA
P1	2	1	12,5	25	1,5
P2	4	5	12,5	25	4,5
P3	1	4	12,5	25	2,5
P4	4	4	12,5	25	4
P5	4	4	12,5	25	4
P6	5	4	12,5	25	4,5

Tabela 1. Resultados do IQEA, a partir dos valores atribuídos às camadas nos pontos.

Fonte: autores, 2018.

Após a mensuração do IQEA, calculou-se o IQES, através da somatória do primeiro com o total de amostras, e obteve-se um valor de 3,5. Este resultado de acordo com a metodologia usada, classifica o local avaliado em um todo como qualidade estrutural regular, significando a necessidade de melhorar o processo de plantio de diferentes culturas, assim como buscar reduzir ou eliminar formas de operações mecanizadas muito intensivas no solo.

Indicação de formas de manejo sustentável

Existem diferentes formas de solucionar a problemática do uso intensivo do solo, uma delas é através do manejo sustentável com o uso do adubo verde, uma prática vegetativa que fornece matéria orgânica (MO) e substâncias orgânicas ao solo, como: exsudatos de raízes, biomassa radicular e foliar, ácidos orgânicos, dentre outros. O processo também tem a finalidade de preservar e/ou restaurar os teores nutricionais e de MO do solo assim como exerce influência na melhoria das propriedades do solo, pois interferem positivamente nas características físicas do mesmo, como, por exemplo, estabilidade de agregados, densidade global, porosidade, taxa de infiltração de água e retenção de umidade (FERREIRA; SOUZA; CHAVES, 2012).

Oliveira et al. (2017) também confirmam a eficiência dos adubos verdes em experimento feito com beterraba (*Beta vulgaris*) e rúcula (*Eruca sativa*), onde observaram o aumento da atividade microbiológica e desempenho nutricional do solo, e tal resultado significa também a melhora da fertilidade do mesmo, assim como contribuir com os aspectos físicos e químicos do solo.

4 | CONCLUSÃO

O diagnóstico rápido da estrutura do solo (DRES), se fez eficiente pois permitiu uma rápida caracterização e análise da estrutura do solo na região do PDS Porto Seguro, onde pôde-se observar que mesmo a área sendo destinada para um projeto de uso sustentável através de SAFs, o local possui solo com qualidade estrutural regular, demonstrando que as práticas de cultivo por parte dos agricultores não estão sendo sustentáveis como deveriam ser, fazendo-se necessário assim uma reavaliação

das diferentes formas de manejo utilizadas no local.

REFERÊNCIAS

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 4. ed. Brasília, DF: Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2014.

FAPESPA - Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas. **Estatísticas Municipais Paraenses**: Marabá. Diretoria de Estatística e de Tecnologia e Gestão da Informação, Belém, 2016, 60f.

FERREIRA, L. E.; SOUZA, E. P.; CHAVES, a. f. **Adubação verde e seu efeito sobre os atributos do solo**. Revista Verde, Mossoró, v.7, n.1, jan./mar., p. 33 – 38, 2012.

GENNARO, L. A. et al. **Estrutura do solo sob feijão irrigado e diferentes manejo do solo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 39, n. 2, p. 608-614, 2015.

MENDONÇA. J. F. B. **Solo: substrato da vida**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010, 129 f.

OLIVEIRA, K. J. B. et al. **Propriedades nutricionais e microbiológicas do solo influenciadas pela adubação verde**. Revista de Ciências Agrárias, Lisboa, v. 40, n. 1, mar., p. 23-33, 2017.

RALISCH, R. et al. **Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo – DRES**. 1. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2017, 64 f.

SILVA, B. M. et al. **Índices no diagnóstico da qualidade estrutural de Latossolo muito argiloso sob manejo intensivo**. Biosci. J., Uberlândia, v. 28, n. 3, mai./jun., p. 338-345, 2012.

SILVA, J. P. S. **Mapa do Projeto Desenvolvimento Sustentável Porto Seguro Marabá, Pará**. Marabá: INCRA, 2018. Quantum GIS User Guide - Version 2.14.15 “Essen”. Escala: 1:3.061.

SUBSTRATO BOVINO NO DESENVOLVIMENTO DE ESTACAS DE ACEROLEIRA

Data de Aceite: 03/01/2020

Antônio Gabriel Ataíde Soares

Universidade Federal do Piauí (UFPI),
Bom Jesus - PI.

Elis Cristina Bandeira da Mota Silva

Universidade Federal do Piauí (UFPI),
Bom Jesus - PI.

Ruthanna Isabelle de Oliveira

Universidade Federal do Piauí (UFPI),
Bom Jesus - PI.

Taianny Matias da Silva

Universidade Federal do Piauí (UFPI),
Bom Jesus - PI.

Ana Karolina de Oliveira Sá Acevedo

Universidade Federal do Piauí (UFPI),
Bom Jesus - PI.

Maria Jany Kátia Loiola Andrade

Universidade Federal do Piauí (UFPI),
Bom Jesus - PI.

Gustavo Alves Pereira

Universidade Federal do Piauí (UFPI),
Bom Jesus - PI.

RESUMO: A produtividade da aceroleira varia em função do processo de propagação e seleção, devido sua ampla adaptação em diversas regiões do Brasil. É grande sua fonte natural de vitamina C, elevando assim, a sua

capacidade de aproveitamento industrial. Através das necessidades de produção de mudas em larga escala, pode-se oferecer uma alternativa para espécies que apresentam dificuldade de enraizamento do material adulto ou cujas sementes representem fator limitante. Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento de estacas de aceroleira em diferentes proporções de resíduos de esterco bovino. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC) com 4 unidades experimentais, por 6 tratamentos e 4 repetições constituído os tratamentos da seguinte maneira: T1 (100% areia), T2 (80% areia e 20 % esterco bovino), T3 (60% areia e 40 % esterco bovino), T4 (40% areia e 60 % esterco bovino), T5 (80% areia e 20 % esterco bovino) e T6 (100% esterco bovino). A cada 15 dias após o início da primeira brotação das estacas, foram avaliados o número de brotos completamente formados. E aos 90 dias após o transplântio das estacas foram realizadas avaliações da formação do sistema radicular através da percentagem de estacas enraizadas (%), valores da massa seca de raiz e dos brotos. Maior número de brotos e formação do sistema radicular ocorreram nos tratamentos 80% bovino/20% areia e 100% bovino.

PALAVRAS-CHAVE: Acerola, propagação vegetativa, produção de mudas.

ABSTRACT: The yield of aceroleira varies according to the propagation and selection process, due to its wide adaptation in several regions of Brazil. Its is great your natural source of vitamin C, thus increasing its capacity for industrial use. Through the needs of large-scale seedling production, an alternative can be offered for species that have difficulty in rooting the adult material or whose seeds represent limiting factor. Thus, the objective of this work was to evaluate the development of acerola cuttings in different proportions of cattle manure residues. The experimental design was a randomized block design (DBC) with 4 experimental units, for 6 treatments and 4 replications. The treatments were as follows: T1 (100% sand), T2 (80% sand and 20% cattle manure), T3 (60% sand and 40% cattle manure), T4 (40% sand and 60% cattle manure), T5 (80% sand and 20% cattle manure) and T6 (100% cattle manure). Every 15 days after the beginning of the first cut sprout, the number of fully formed shoots was evaluated. And at 90 days after the cuttings transplantation, root system formation evaluations were carried out through the percentage of rooted cuttings (%), values of root dry mass and buds. Higher number of shoots and formation of the root system occurred in the treatments 80% bovine / 20% sand and 100% bovine.

KEYWORDS: Acerola, vegetative propagation, seedling production.

1 | INTRODUÇÃO

A atividade frutícola é responsável por 27% da mão de obra agrícola brasileira, vem se destacando bastante na economia, alcançando números elevados na renda familiar (ISOLDA et al., 2014). A acerola (*Malpighia emarginata* DC.) vem despertando o interesse dos fruticultores do Brasil e do mundo por dispor de elevado teor de vitamina C quando comparada às outras frutíferas, com essa elevada quantidade de ácido ascórbico esta fruta vem ganhando importante espaço nas indústrias de sucos, farmacêutica, entre outras (ALMEIDA et al., 2014).

Em média nos pomares comerciais, é possível observar a desuniformidade entre plantas, esse fato tem sido o motivo das maiores dificuldades encontradas pelos produtores de acerola, acarretando em prejuízos na produtividade e na qualidade dos frutos (GONZAGA NETO e SOARES, 1994). O domínio do método de propagação é fundamental, tanto para o melhorista como para o agricultor e a indústria, por assegurar a formação de plantios uniformes e de qualidade (GOMES et al., 2000). A propagação da aceroleira pode ser com uso de sementes bem como por propagação vegetativa, isso demonstra uma facilidade de propagá-la, levando em consideração a sanidade do material a ser propagado, além de plantas que reúnam o máximo de características desejáveis.

A propagação por estaquia é um dos métodos mais importantes no processo de propagação vegetativa, destacando-se por promover a multiplicação da planta mãe, mantendo as características desejáveis da mesma (MELETTI, 2000). O substrato é

um insumo de vasta utilização para obtenção de mudas, disponibilizando condições adequadas para a emergência de plântulas (RAMOS et al., 2002). Para a obtenção de mudas de qualidade é necessário dispor de materiais com características físicas e químicas conhecidas, além da facilidade de aquisição e baixo custo para obtenção (LIMA e CORREIA, 2001). O esterco bovino é um resíduo que pode agregar ao substrato aspectos interessantes (TRAZZI et al., 2012). Com o uso da adubação mineral o esterco perdeu a influência de uso sobre os agricultores (BLAISE et al., 2005). No entanto nos últimos anos com a preocupação com o ambiente o uso do substrato de origem animal vem crescendo bastante (WEINARTNER et al., 2006).

Diante do potencial produtivo da cultura, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento de estacas de aceroleira em diferentes proporções de resíduos de esterco bovino.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em telado com 50% de luminosidade, pertencente ao grupo de pesquisa em fruticultura (FRUTAGRO) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campus Professora Cinobelina Elvas (CPCE), no município de Bom Jesus-PI, localizado a altitude de 287 m, nas coordenadas geográficas 09°04'59,9" de latitude Sul e 44°19'36,8" de longitude Oeste.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC) com 4 unidades experimentais, por 6 tratamentos e 4 repetições constituído os tratamentos da seguinte maneira: T1 (100% areia), T2 (80% areia e 20 % esterco bovino), T3 (60% areia e 40 % esterco bovino), T4 (40% areia e 60 % esterco bovino), T5 (80% areia e 20 % esterco bovino) e T6 (100% esterco bovino), totalizando assim 96 unidades amostrais.

O estudo foi realizado com estacas de aceroleira retiradas de plantas pertencentes ao campo experimental do CPCE/UFPI. Foram coletadas estacas medianas com 12 a 15 centímetros de comprimento e 8 a 10 mm de diâmetro, apresentando pelo menos dois pares de gema.

A coleta das estacas foi realizada dia 09 de março de 2018, em plantas matrizes previamente adubadas (3 meses antes da coleta), podadas e irrigadas. Foram coletadas estacas semilenhosas de ramos novos na parte mediana da copa, com tamanho e diâmetro padronizados, deixando-se dois pares de folha por estaca. Durante as coletas as estacas foram acomodadas em baldes com água para não desidratarem.

Após a coleta, as estacas foram levadas ao laboratório de bioquímica da UFPI, onde foi realizada a pesagem e diluição do ácido-indolbutírico (AIB) para todos os tratamentos das estacas. Para isso foram utilizados 2 g/L de AIB. Para o tratamento com AIB, as bases das estacas foram imersas na solução por 10 segundos, e imediatamente plantadas nos respectivos sacos de polietileno. A cada 15 dias após o início da primeira brotação das estacas, no dia 28/03/2018 foram avaliados o número

de brotos completamente formados. E aos 90 dias após o transplante das estacas, realizou-se a eliminação do substrato do sistema radicular com o uso de água corrente e foram realizadas as seguintes avaliações: formação do sistema radicular através da percentagem de estacas enraizadas (%). As raízes e os brotos foram coletados e submetidos a secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C por um período de 72 horas. Em seguida, coletou-se os valores da massa seca de raiz e dos brotos (g) com o auxílio de balança analítica de precisão (0,01 g).

Como os dados não atenderam a um dos princípios básicos da estatística, o da repetição, não foi possível submetê-los à análise de variância. Assim, realizou-se a análise descritiva dos dados.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tratando-se do número de brotos da cultura da acerola (Tabela 1), os resultados após o aparecimento do primeiro broto mostram que a proporção 100% areia (T1) para a avaliação de 15 dias obteve maior desempenho quando comparadas com as médias dos demais tratamentos.

Substrato	15 Dias	30 Dias	45 Dias	60 Dias	75 Dias	90 Dias
T1	75,00%	30,55%	8,33%	8,33%	13,88%	22,21%
T2	27,77%	2,77%	5,55%	11,10%	8,33%	16,65%
T3	16,66%	2,77%	5,55%	8,33%	11,10%	11,10%
T4	13,88%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
T5	5,83%	8,33%	16,66%	36,10%	49,99%	49,99%
T6	25,00%	19,44%	2,77%	8,32%	13,88%	24,99%

Tabela 1. Médias do número de brotos das estacas da cultura da Acerola aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias dos tratamentos T1 (100% areia), T2 (20% esterco e 80% areia), T3 (40% esterco e 60% areia), T4 (60% esterco e 40% areia), T5 (80% esterco e 20% areia) e T6 (100% esterco).

Na avaliação de 30 dias, observou-se que ocorreu mortalidade dos brotos em todos os tratamentos diminuindo assim os valores das médias, exceto para a proporção 100% esterco (T6) que houve baixa mortalidade e a proporção 60% esterco e 40% areia (T4) ocorreu a mortalidade de todos os brotos. Na terceira avaliação aos 45 Dias, a proporção (T1) e (T6) deu continuidade ao aumento da mortalidade dos brotos, diferentemente dos demais tratamentos 20% esterco e 80% areia (T2), 40% esterco e 60% areia (T3) e 80% esterco e 20% areia (T5), que tiveram um aumento na quantidade de brotos, e o T4 continuou sem nenhuma resposta para o aumento do número de brotos. Avaliando aos 60 Dias, os tratamentos T2, T3, T5 e T6 aumentaram o número de brotos, já o T1 e o T4 mantiveram-se com os mesmos valores. Aos 75 Dias observou-se que os tratamentos T1, T3, T5 e T6 aumentaram o número de brotos, enquanto T2 diminuiu, e o T4 permaneceu sem brotos. Na última avaliação aos 90 Dias, observou-se o tratamento T5 obteve a maior média seguida de T6, T1, T2 e

T3, já o T4 não obteve nenhum broto ao final do experimento.

Em relação ao comportamento temporal das brotações observou-se que o tratamento T5, obteve o melhor desempenho de médias quando comparada com os demais tratamentos, pois ao passar dos dias das avaliações o número de brotos aumenta (Figura 1).

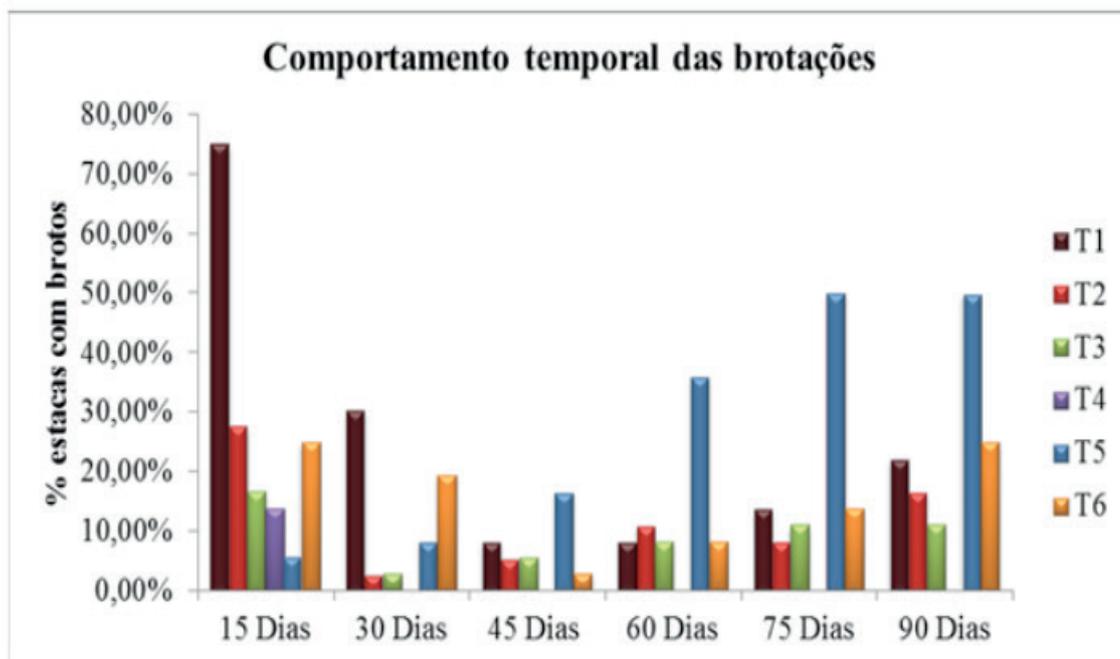


Figura 1. Comportamento temporal das brotações da das estacas da Cultura da Acerola aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias dos tratamentos T1 (100% areia), T2 (20% esterco e 80% areia), T3 (40% esterco e 60% areia), T4 (60% esterco e 40% areia), T5 (80% esterco e 20% areia) e T6 (100% esterco).

Observou-se que os números de brotações não foram satisfatórios, um dos motivos pelo qual isso ocorreu foi a sobreposição da irrigação, pois o excesso de água afetou na produção de brotos. Isso mostra que o planejamento e a execução dos experimentos são de suma importância, pois afetam diretamente nos resultados finais, inviabilizando bons resultados.

Os tratamentos T5 (80% esterco e 20% areia) e T6 (100% esterco), obtiveram a maior porcentagem de enraizamento comparados com as demais médias dos outros tratamentos (Figura 2). Segundo VALE (2007), o principal cuidado a ser tomado durante o enraizamento é a manutenção adequada do teor de água no substrato e na parte aérea da estaca, pois a mesma está no processo de divisão celular e o enraizamento ocorre em tecido com células turgidas.

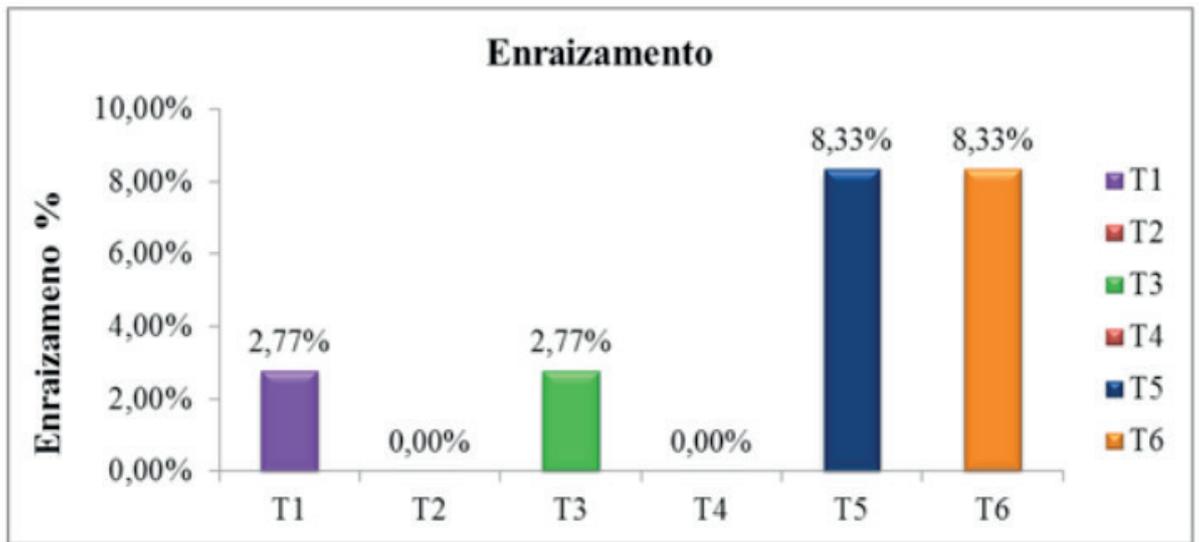


Figura 2. Enraizamento aos 90 dias das estacas da Cultura da Acerola.

Um dos motivos pelo qual não obteve-se resultados satisfatório para o enraizamento é a procedência da matriz das estacas, pois, segundo TOFANELLI, 2003, existem espécies que tem uma maior facilidade de emitir raízes adventícias, outras tem emissão de raiz regulamente, e ainda tem as que tem uma maior dificuldade em emitir essas raízes. Justificando assim o motivo pelo qual os tratamentos não obtiveram um bom enraizamento nas estacas de aceroleira.

Avaliando a massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) (Tabela 2), observou-se que o tratamento T5 (80% esterco e 20% areia) obteve maiores resultados tanto em MSPA e quanto em MSR, quando comparado aos demais tratamentos, mostrando que no bloco 3 MSPA 0,44g e MSR 0,21g e no bloco 4 MSPA 0,56 e MSR 0,12, obtiveram os melhores resultados.

Tratamentos	BLOCO 1		BLOCO 2		BLOCO 3		BLOCO 4		TOTAL
	MSPA	MSR	MSPA	MSR	MSPA	MSR	MSPA	MSR	
T1	0,10	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14
T2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T3	0,00	0,00	0,35	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45
T4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,21	0,56	0,12	1,33
T6	0,19	0,08	0,80	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07

Tabela 2. Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) e Massa Seca da Raiz (MSR) em gramas das estacas da Cultura da Acerola nos respectivos tratamentos: tratamentos T1 (100% areia), T2 (20% esterco e 80% areia), T3 (40% esterco e 60% areia), T4 (60% esterco e 40% areia), T5 (80% esterco e 20% areia) e T6 (100% esterco).

Na Figura 3 observa-se que o tratamento T5 obteve maior média no valor total de MSPA e MSR, quando comparado aos demais tratamentos. Os valores de MSPA e MSR não foram satisfatórios decorrência do pouco desenvolvimento de brotos e raiz das estacas indicando a necessidade de realizar um novo experimento, adequado aos

princípios básicos da experimentação, realizando um bom planejamento e uma boa execução para obtenção de melhores resultados.

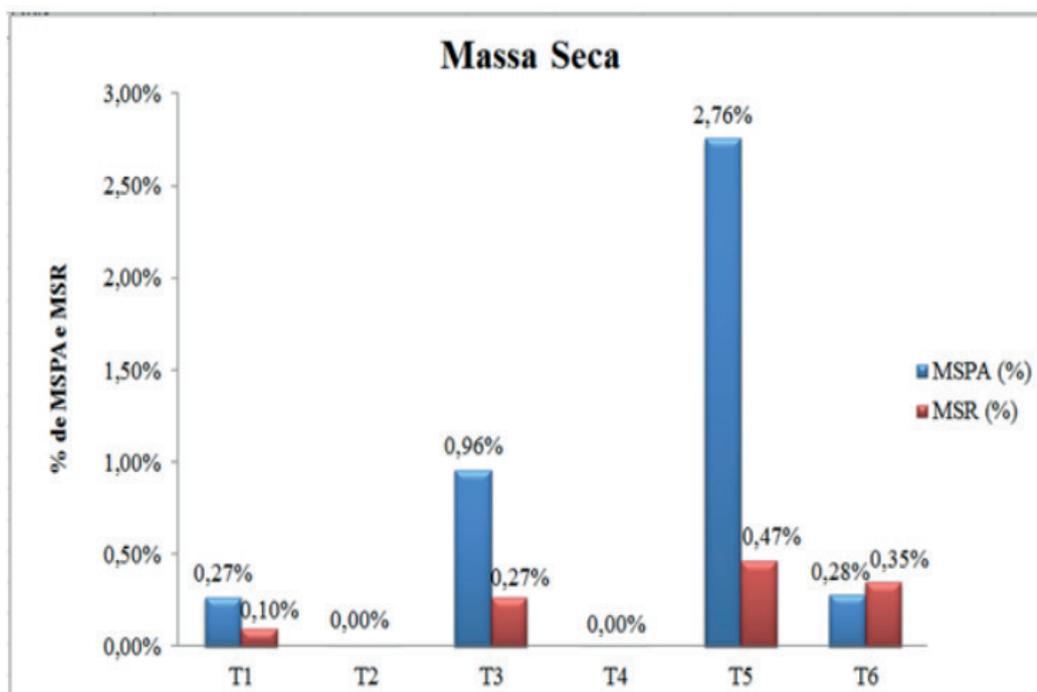


Figura 3. Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) e Massa Seca da Raiz (MSR) em porcentagem das estacas da Cultura da Acerola nos respectivos tratamentos: tratamentos T1 (100% areia), T2 (20% esterco e 80% areia), T3 (40% esterco e 60% areia), T4 (60% esterco e 40% areia), T5 (80% esterco e 20% areia) e T6 (100% esterco).

4 | CONCLUSÃO

Nas condições do experimento, as estacas de acerola, que obtiveram maior número de brotos e formação do sistema radicular foram os tratamentos 80% bovino/20% areia e 100% bovino.

O experimento com estacas da cultura da acerola mostrou que um bom planejamento e a execução de um experimento é de suma importância, pois o desconhecimento da matriz das estacas e a sobreposição da irrigação influenciou negativamente nos resultados.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. P. N.; DANTAS, L. L. G. R. **Fungo micorrízico arbuscular e extrato de algas no crescimento inicial de porta-enxerto de aceroleira**. Revista de Ciências Agrárias, Fortaleza, v. 57, n. 1, p. 22-28, 2014.

BLAISE, D.; SINGH, J. V.; BONDE, A. N.; TEKALE, K. U; MAYEE, C. D. **Effects of farmyard manure and fertilizers on yield, fibre quality and nutrient balance of rainfed cotton (*Gossipium hirsutum*)**. Bioresource Technology, Essex, v. 96, n.3, p.345-349, 2005.

ISOLDA, A. D., et al. **Agronegócio: Balanço 2013**. Perspectivas 2014. Confederação da Agricultura e Pecuária no Brasil. 2014.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: USP/ESALQ, 2000. 477 p.

GONZAGA-NETO, L.; SOARES, J. M. **Acerola para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília, EMBRAPA-SPI, 43p. (Série publicações Técnicas FRUPEX, 10). 1994.

LIMA, R. L. S.; CORREIA, D. **Evaluation of alternative substrates for production of dwarf cashew grafted seedlings**. In: CONGRESO NACIONAL DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS, v.9.2001, Morelos. Resumos... Morelos, 2001. p. 378.

MELETTI, L. M. M.; TEIXEIRA, L. A. J.; COELHO, S. M. B. M.; SACRAMENTO, B. M. M.; FOLTRAN, D. E.; SOARES, N. B. **Propagação de frutíferas tropicais**. Guaíba: Agropecuária, 239p. 2000.

RAMOS, J. D. et al. **Produção de mudas de plantas frutíferas por semente**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.23, n.216, p.64-72, 2002.

TRAZZI, P. A. et al. **Estercos de origem animal em substratos para a produção de mudas florestais: atributos físicos e químicos**. Scie. Forestalis, v.40, n.96, p.455-462, 2012.

WEINARTNER, M. A.; ALDRIGHI, C. F. S.; MEDEIROS, C. A. B. **Adubação Orgânica**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006.

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

Data de Aceite: 03/01/2020

Giseudo Aparecido de Paiva

Universidade do Estado do Mato Grosso
(UNEMAT),
Alta Floresta - MT.

Grace Queiroz David

Universidade do Estado do Mato Grosso
(UNEMAT),
Alta Floresta - MT.

Adriana Matheus da Costa Sorato

Universidade do Estado do Mato Grosso
(UNEMAT),
Alta Floresta - MT.

Ana Paula Rodrigues da Silva

Universidade do Estado do Mato Grosso
(UNEMAT),
Alta Floresta - MT.

Ostenildo Ribeiro Campos

Universidade do Estado do Mato Grosso
(UNEMAT),
Alta Floresta - MT.

Luana Souza Silva

Universidade do Estado do Mato Grosso
(UNEMAT),
Alta Floresta - MT.

Tainara Rafaely de Medeiros

Universidade do Estado do Mato Grosso
(UNEMAT),
Alta Floresta - MT.

Walmor Moya Peres

Universidade do Estado do Mato Grosso
(UNEMAT),
Alta Floresta - MT.

Wesley dos Santos

Universidade do Estado do Mato Grosso
(UNEMAT),
Alta Floresta - MT.

Ana Paula Roveda

Universidade do Estado do Mato Grosso
(UNEMAT),
Alta Floresta - MT.

Anderson Alex Sandro Domingos de Almeida

Universidade do Estado do Mato Grosso
(UNEMAT),
Alta Floresta - MT.

Laiza Almeida Dutra

Universidade do Estado do Mato Grosso
(UNEMAT),
Alta Floresta - MT.

RESUMO: O gênero *Pleurotus* sp. pode ser facilmente cultivado no Brasil, por ser natural de florestas tropicais e subtropicais. Objetivando verificar a viabilidade de resíduos agroflorestais e agroindustriais na produção de cogumelos *Pleurotus pulmonarius*, em fragmentos florestais em Alta Floresta-MT, o ensaio experimental foi realizado na Universidade do Estado de Mato Grosso, campus de Alta Floresta. Instalado em

fevereiro de 2017, perdurou até junho do mesmo ano. Foi disposto em delineamento inteiramente ao acaso, contando com 10 diferentes combinações de substratos, que compõem os tratamentos com 4 unidades das combinações e 4 repetições. Foram utilizados os substratos secos de serragem de Garapeira (*Apuleia ieiocarpa*), Capim Piatã (*Brachiaria brizantha*) e casca de café, em diferentes combinações, acondicionados em sacos de polietileno, com 600 g cada. Realizou-se a inoculação do fungo *Pleurotus pulmonarius* e acondicionou em sala para crescimento em ausência de luz por 16 dias, sendo levados para o fragmento de mata para frutificação. As variáveis analisadas são referentes a produção de cogumelo, e os dados coletados foram submetidos a análise de variância e teste de Tukey ao nível de 5% de significância, por meio do software livre R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2016). As maiores produções médias foram observadas para os tratamentos constituídos de somente capim ou capim suplementado. Portanto os três tipos de substratos, composto somente de capim (600 g), capim (300 g) suplementado com serragem (300 g) e capim (500 g) suplementado com casca de café (100 g) são os mais viáveis para a produção de *Pleurotus pulmonarius*. O uso de serragem suplementada foi considerado viável para produção de cogumelos e se constitui uma alternativa ecologicamente correta de retirada deste resíduo do ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Viabilidade, substrato, produção.

USE OF AGROFORESTRY AND AGROINDUSTRIAL RESIDUES IN THE PRODUCTION OF *PLEUROTUS PULMONARIUS* MUSHROOMS IN FOREST FRAGMENT

ABSTRACT: The genus *Pleurotus* sp. It can be easily grown in Brazil, as it is native to tropical and subtropical forests. Aiming to verify the viability of agroforestry and agroindustrial residues in the production of *Pleurotus pulmonarius* mushrooms in forest fragments in Alta Floresta-MT, the experimental trial was conducted at the Mato Grosso State University, Alta Floresta campus. Installed in February 2017, it lasted until June of the same year. It was arranged in a completely randomized design, with 10 different substrate combinations, which composed the treatments with 4 combination units and 4 repetitions. Dry sawdust substrates of Garapeira (*Apuleia ieiocarpa*), Capim Piatã (*Brachiaria brizantha*) and coffee husk were used in different combinations, packed in 600 g polyethylene bags. The fungus *Pleurotus pulmonarius* was inoculated and stored in a growth room in the absence of light for 16 days and taken to the forest fragment for fruiting. The analyzed variables refer to mushroom production, and the collected data were submitted to analysis of variance and Tukey test at 5% significance level, using the free software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2016). The highest average yields were observed for treatments consisting only of grass or supplemented grass. Therefore the three substrate types, composed only of grass (600 g), grass (300 g) supplemented with sawdust (300 g) and grass (500 g) supplemented with coffee bark (100 g) are the most viable for production of *Pleurotus pulmonarius*. The use of supplemented sawdust was considered viable for mushroom production and constitutes

an ecologically correct alternative to remove this residue from the environment.

KEYWORDS: Viability, substrate, production.

1 | INTRODUÇÃO

O gênero *Pleurotus*, popularmente conhecido como cogumelo ostra é cultivado em muitos países, principalmente na Índia, Europa, África e sudeste Asiático (BERNARDI et al., 2009). Apesar de não ser amplamente conhecido no Brasil, é facilmente cultivado em razão de sua maior rusticidade e, além de ser natural de florestas tropicais e subtropicais é excelente decompositor de resíduos agrícolas e agroindustriais como o bagaço de cana, resíduos de serrarias, palhas de milho e arroz e diversos outros (EIRA, 2004; MANDEEL et al., 2005; SILVA et al., 2002; DIAS, 2010).

Segundo Bernard et al., (2009), os cogumelos não devem ser apreciados somente por seu valor gastronômico, mas principalmente por suas propriedades químicas e nutricionais. Visto que possui elevado teor de proteínas e algumas propriedades medicinais (CHANG, 1980; CHANG e MILES, 1984; YILMAZ et al., 2006). O cultivo de *Pleurotus* sp. é simples, barato e rápido (MANDEEL et al., 2005), além disso, pode ser cultivado utilizando resíduos lignocelulósicos, já que a celulose, lignina e hemicelulose, são utilizados pelos fungos como fonte de carbono e energia (OLIVEIRA et al., 2007).

De acordo com Tisdale et al. (2006), é muito importante para o cultivo de cogumelos comestíveis selecionar substratos adequados, tanto biológica como economicamente, mantendo a viabilidade da produção. Para Bernard et al. (2009) a seleção de substratos é um fator determinante para uma boa produtividade. A composição química do substrato influencia diretamente a capacidade de produção, bem como as características organolépticas dos basídios e sua característica nutricional (Figueiró e Graciolli, 2011). Neste contexto, o objetivo desse trabalho é verificar a viabilidade de produção de cogumelos *Pleurotus pulmonarius* utilizando resíduos agroflorestais e agroindustriais cultivados em um fragmento florestal de Alta Floresta-MT.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) campus de Alta Floresta, utilizando o fungo *Pleurotus pulmonarius* advindo da micoteca do Laboratório de Microbiologia da instituição. O experimento foi instalado em fevereiro de 2017 e perdurou até junho do mesmo ano. Inicialmente foram realizadas buscas na literatura almejando uma seleção adequada de substratos, que potencializem as características organolépticas e possibilite a utilização resíduos agroflorestais e agroindústrias da própria região.

O experimento foi disposto em delineamento inteiramente ao acaso, o qual contou com 10 diferentes combinações de substratos, que compôs os tratamentos com 4 unidades das combinações e 4 repetições. Foram utilizados na composição dos

tratamentos os substratos de serragem de Garapeira (*Apuleia ieiocarpa*), Capim Piatã (*Brachiaria brizantha*) e casca de café, em diferentes combinações, acondicionados em sacos de polietileno contendo 600 g de substrato úmido cada (Tabela 1).

Tratamentos	Casca de café (g)	Capim (g)	Serragem (g)	Total (g)
T ₁	-	600	-	600
T ₂	-	-	600	600
T ₃	-	300	300	600
T ₄	-	200	400	600
T ₅	-	400	200	600
T ₆	100	250	250	600
T ₇	100	150	350	600
T ₈	100	500	-	600
T ₉	100	-	500	600
T ₁₀	200	200	200	600

Tabela 1. Composição dos tratamentos.

Após a montagem dos tratamentos, todos os saquinhos contendo os substratos foram autoclavados por 20 minutos. Para a inoculação foi utilizado 18g de inóculo, equivalente a 3% do peso do substrato. O Spawn foi preparado com arroz parboilizado autoclavado que recebe a cepa do cogumelo e após miceliado é utilizado como semente. Os substratos inoculados foram acondicionados na sala de crescimento em ausência de luz por 16 dias, levados em seguida para estufa de cultivo localizada em um fragmento de mata para frutificação.

As variáveis analisadas são referentes a produção de cogumelo, sendo realizadas coletas sempre que os basidiocarpos se encontravam totalmente expandidos, em forma ostra. Os dados coletados foram submetidos a análise de variância e posteriormente a realização do teste de Tukey ao nível de 5% de significância, por meio do software livre R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2016).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de desenvolvimento de *Pleurotus pulmonarius* cultivado em diferentes substratos, em fragmento florestal está apresentado na Tabela 2.

Tratamentos	Produção Média Total	Produção Ponderada*	Número Médio de Colheitas Realizadas
T1	445,48 cd	40,12 bc	2,75 e
T2	4,65 a	4,65 a	0,12 a
T3	318,82 bcd	41,43 bc	1,94 cde
T4	228,34 abc	49,28 c	1,13 abcd
T5	273,30 bc	54,48 c	1,44 bcd
T6	161,79 ab	36,50 bc	0,81 abc
T7	206,88 ab	46,04 bc	1,13 abcd

T8	507,52 d	53,74 c	2,31 de
T9	17,61 a	17,61 ab	0,25 ab
T10	226,89 abc	43,59 bc	1,38 bcd
CV (%)	19,48	21,59	22,89

Tabela 2. Desenvolvimento de *Pleurotus pulmonarius* cultivado em diferentes substratos, em fragmento florestal no município de Alta Floresta – MT.

*Produção ponderada = Produção total do tratamento dividida pelo número de colheitas realizadas. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

As maiores produções médias foram observadas para os tratamentos constituídos por 500g de capim suplementado por 100g de café (T8); 600g de capim (T1) e; 300g de capim mais 300g de serragem (T3). Esses três tratamentos supracitados diferiram dos demais que apresentaram menores produções (Tabela 2).

Além disso, o capim (600 g) apresenta em média maior número médio de colheitas, com boa produtividade por colheita (40,12 g), não diferindo do capim (300g) mais serragem (300 g) e capim (500g) suplementado com casca de café (100 g), que também apresentam boa produtividade de colheita (41,43 g; 53,74 g, respectivamente) (Tabela 2).

Segundo Bernardi et al. (2009) o capim-elefante não necessita de nenhuma suplementação, já Donini et al. (2006) afirma que isso pode ocorrer em função de relação carbono/nitrogênio do capim-elefante sem suplementação apresentar valores maiores. Bernardi et al. (2009), ao realizar estudo com o mesmo gênero, conclui que o capim elefante, ao ser usado como substrato no cultivo de cogumelo apresenta boa produtividade.

Albuquerque et al., (2012); ao realizar uma pesquisa com diferentes espécies do gênero *Pleurotus* e diferentes substratos, observaram que o *Pleurotus pulmonarius*, realiza o processo de miceliação rapidamente, de forma semelhante nos diferentes substratos analisados. Contudo, o processo de miceliação em resíduos madeireiros, sem suplementação, é mais demorado. Pereira e Helm (2013); ao analisar o processo de miceliação de *Pleurotus pulmonarius* em resíduos de pupunha, observaram a miceliação total do substrato após adição de sais minerais e extrato de levedura.

4 | CONCLUSÃO

Os três tipos de substratos, composto somente de capim (600 g), capim (300 g) suplementado com serragem (300 g) e capim (500 g) suplementado com casca de café (100 g) são os mais viáveis para a produção de *Pleurotus pulmonarius*.

O uso de serragem suplementada foi considerado viável ao cultivo de *Pleurotus pulmonarius* o que se torna uma alternativa à destinação correta deste material.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, M. P.; PEIL, R. M. N.; NASCIMENTO, J. S. **Crescimento micelial de *Lentinus sajor cajor* (FR) Fr. E *Pleurotus* spp. em diferentes resíduos agrícolas.** Bioscience Journal, v. 28, n. 5, p. 895-902, 2012.
- BERNADI, E.; PASTORINIDONINI, L.; MINOTTO, E.; NASCIMENTO, J. S. **Cultivo e características nutricionais de *Pleurotus* em substrato pasteurizado.** Fitotecnia v.68, n.4, p.901-907, 2009.
- BERNARDI, E.; DONONI, L. P.; MINOTTO, E.; NASCIMENTO, J. S. **Cultivo e características nutricionais de *Pleurotus* em substrato pasteurizado.** Bragantia, v. 68, n. 4, p. 901-907, 2009.
- CHANG, S. T. **Mushrooms as human food.** Bioscience, v.30, n.6, p.399-401, 1980.
- CHANG, S. T.; MILES, P. G. **A new look at cultivated mushrooms.** Bioscience, v. 34, n. 6, p. 358-362, 1984.
- DIAS, E. S. **Mushroom cultivation in Brazil: challenges and potential for growth.** Ciência e Agrotecnologia, v. 34, n. 4, p. 795-803, 2010.
- DONINI, L. P.; BERNARDI, E.; NASCIMENTO, J. S. **Colonização do substrato capim-elefante suplementado com farelos por *Pleurotus ostreatus*.** Revista de Biologia e Ciências da Terra, v. 6, n. 2, p. 185-193, 2006.
- EIRA, A. F. **Fungos comestíveis.** In: ESPÓSITO, E.; AZEVEDO, J. L. (Ed.). Fungos: uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia. Caxias do Sul: Educs, 510 p., 2004.
- FIGUEIRÓ, G. G.; GRACIOLLI, L. A. **Influência da composição química do substrato no cultivo de *Pleurotus florida*.** Ciência e Agrotecnologia, p. 924-930, 2011.
- MANDEEL, Q. A.; AL-LAITH, A. A.; MOHAMED, S. A. **Cultivation of oyster mushrooms (*Pleurotus* spp.) on various lignocellulosic wastes.** World Journal of Microbiology & Biotechnology, v.21, p.601-607, 2005.
- OLIVEIRA, M. A.; DONEGA, M. A.; PERALTA, R. M.; SOUZA, C. G. M. **Produção de inóculo do cogumelo comestível *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quélet - CCB19 a partir de resíduos da agroindústria.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 27, suppl. 1, p.84-87, 2007.
- PEREIRA, E. M.; HELM, C. V. **Atividade enzimática de celulases de *Pleurotus pulmonarius* cultivado em pupunha.** In: XII Evento da Iniciação Científica da Embrapa Florestas, 2013, Colombo, Anais...Colombo: ENVINCI – Embrapa Florestas, p. 21, 2013.
- SILVA, S. O.; COSTA, S. M. G.; CLEMENTE, E. **Chemical composition of *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quélet., substrates and residue after cultivation.** Brazilian Archives of Biology and Technology, v.45, p.531-535, 2002.
- TISDALE, T. E.; MIYASAKA, S. C.; HEMMES, D. E. **Cultivation of the oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on wood substrates in Hawaii.** World Journal of Microbiology & Biotechnology, v.22, p.201206, 2006.
- YILMAZ, N.; SOLMAZ, M.; TÜRKEKUL, I.; ELMASTAS, M. **Fatty acid composition in some wild edible mushrooms growing in the middle Black Sea region of Turkey.** Food Chemistry, v.99, p.168-174, 2006.

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

Data de Aceite: 03/01/2020

Elton Ferreira Lima

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM),
Santa Maria - RS.

Rafael Guimarães Silva Moraes

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy
Ribeiro (UENF),
Campo dos Goyactazes - RJ.

Karolayne dos Santos Costa Sousa

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy
Ribeiro (UENF),
Campo dos Goyactazes - RJ.

Bryann Lynconn Araujo Silva Fonseca

Universidade Estadual da Região Tocantina do
Maranhão (UEMASUL),
Imperatriz - MA.

Jossimara Ferreira Damascena

Universidade Estadual da Região Tocantina do
Maranhão (UEMASUL),
Imperatriz - MA.

Mickaelle Alves de Sousa Lima

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy
Ribeiro (UENF),
Campo dos Goyactazes - RJ.

Maria Ivanessa Duarte Ribeiro

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy
Ribeiro (UENF),
Campo dos Goyactazes - RJ.

Wesley Marques de Miranda Pereira Ferreira

Universidade Estadual da Região Tocantina do
Maranhão (UEMASUL),
Imperatriz - MA.

Edson Araújo de Amorim

Universidade Estadual da Região Tocantina do
Maranhão (UEMASUL),
Imperatriz - MA.

Layane Cruz dos Santos

Universidade Estadual da Região Tocantina do
Maranhão (UEMASUL),
Imperatriz - MA.

Kalyne Pereira Miranda Nascimento

Universidade Estadual da Região Tocantina do
Maranhão (UEMASUL),
Imperatriz - MA.

Kainan Riedson Oliveira Brito

Universidade Estadual da Região Tocantina do
Maranhão (UEMASUL),
Imperatriz - MA.

RESUMO: A disponibilidade de dados juntamente com a praticidade e precisão, estão entres os principais fatores que devem ser considerados na hora da escolha de um método para estimativa da ETo em uma dada região. Com base nessas informações, objetivamos com este trabalho avaliar o desempenho de diferentes metodologias de estimativa da ETo baseada apenas em dados de temperatura, comparando-as com o método padrão de

Penman-Monteith-FAO para as condições climáticas de Balsas/MA. As variáveis climáticas utilizadas no presente trabalho foram obtidas na rede de estações do Instituto Nacional de Meteorologia, situado no município de Balsas/MA, no período de 18 anos (2000-2017). Para a comparação dos valores de ETo estimados por meio das equações empíricas em relação aos valores estimados pelo método padrão, foram considerados os seguintes parâmetros: porcentagem relativa do método em relação ao padrão (superestimativa/subestimativa) (%), índice de concordância de Willmott (d), coeficiente de correlação de Pearson (r) e coeficiente de confiança (c). O melhor método para estimativa da ETo foi Hargreaves e Samani classificado como mediano enquanto os métodos de Camargo, Budyko e McCloud apresentaram os piores desempenhos sendo classificados como sofrível, mau e péssimo respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Irrigação, modelos simplificados, Penman-Monteith.

ESTIMATE OF DAILY REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION (ETO) ON BALSAS/MA BASED ON AIR TEMPERATURE ONLY

ABSTRACT: Data availability along with practicality and accuracy are among the key factors that should be considered when choosing a method for estimating ETo in a given region. Based on this information, we aimed to evaluate the performance of different ETo estimation methodologies based only on temperature data, comparing them with the standard Penman-Monteith-FAO method for the Balsas / MA climatic conditions. The climatic variables used in this study were obtained from the National Meteorological Institute's network of stations, located in the municipality of Balsas / MA, during 18 years (2000-2017). For the comparison of the ETo values estimated by the empirical equations in relation to the values estimated by the standard method, the following parameters were considered: relative percentage of the method in relation to the standard (overestimate / underestimate) (%), Willmott agreement index. (d), Pearson's correlation coefficient (r) and confidence coefficient (c). The best method for estimating ETo was Hargreaves and Samani classified as medium, while the Camargo, Budyko and McCloud methods presented the worst performances being classified as poor, poor and very poor respectively.

KEYWORDS: Irrigation, simplified models, Penman-Monteith.

1 | INTRODUÇÃO

A irrigação é considerada uma ferramenta essencial para produção agrícola em regiões áridas, semiáridas, e em outras onde há distribuição irregular de chuvas. Entretanto, para bons rendimentos, a prática de irrigação deve ser conduzida de modo a repor uma água de qualidade na quantidade adequada a necessidade hídrica da cultura. Essa quantidade a ser aplicada via irrigação tem como principal parâmetro o conhecimento da evapotranspiração (ARAÚJO et al., 2012).

Atualmente o conhecimento da evapotranspiração de referência é facilitado visto que existem diversos métodos para a estimativa da ETo, desde aqueles mais simples,

com base puramente empírica, até aqueles que apresentam embasamento físico consistente sobre o fenômeno, contudo, há sempre algum empirismo presente. Esta diversidade de métodos ocorre devido à complexidade da transferência de água do sistema solo-planta para a atmosfera, aos diferentes climas presentes no mundo e à dificuldade de obtenção dos elementos meteorológicos necessários para a alimentação destes métodos (CARVALHO et al., 2011).

Um método bastante conhecido é o de Penman-Monteith-FAO, considerado padrão para estimativa da ETo. Entretanto, esse método emprega muitas variáveis meteorológicas que nem sempre estão disponíveis aos produtores rurais, principalmente em pequenas áreas que, normalmente, apresentam apenas registros de temperatura do ar. Por outro lado, os métodos empíricos, frutos da correlação da ETo medida em condições padronizadas com elementos meteorológicos medidos nesses mesmos locais, requerem uma quantidade menor de variáveis e podem apresentar-se com boa aplicabilidade (ARAÚJO et al., 2012).

Com base nessas informações, objetivamos com este trabalho avaliar o desempenho de diferentes metodologias de estimativa da ETo baseada apenas em dados de temperatura, comparando-as com o método padrão de Penman-Monteith-FAO para as condições climáticas de Balsas/MA.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado utilizando dados meteorológicos obtidos entre o período de 01 de janeiro de 2000 e 31 de dezembro de 2017 na estação meteorológica convencional, do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), especificamente da unidade situada em Balsas/MA, com coordenadas geográficas 7° 31' 48" de latitude S e 46° 01' 48" de longitude W e altitude média de 243 m. O clima da região é classificado, segundo Köppen, como do tipo Aw, tropical quente e úmido, e duas estações a da chuva, que vai de novembro a abril, e a da seca, que vai de maio a outubro, com precipitação pluviométrica anual média de 1190 mm.

Os dados coletados, em períodos diários, foram: temperatura do ar (°C); umidade relativa do ar (%) e velocidade do vento a 2 m de altura (m.s-1).

Os métodos utilizados para a estimativa da ETo foram: Hargreaves e Samani (HS), Camargo (CM), Budyko (BK) e McCloud (McC) (Tabela 1). Todos foram comparados ao método de Penman-Monteith (PM), considerado padrão pela FAO (Tabela 1).

Metodologia	Equação
Hargreaves e Samani, (1985)	$ET_o = 0,408.0,0023.(T + 17,8).(T_{max} - T_{min})^{0,5} . R_{a_{mm.dia^{-1}}}$
Camargo, (1971)	$ET_o = 0,012. R_{a_{mm.dia^{-1}}}. T$
Budyko, (1974)	$ET_o = 0,2 T$
McCloud (JACOBS e SATTI, 2001)	$ET_o = 0,254. 1,07^{(1,8T)}$

$$ET_o = \frac{[0,408 \cdot \Delta \cdot (R_n - G) + \left(\frac{900 \cdot U_2}{T + 273}\right) \cdot (e_s - e_a)]}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0,34 \cdot U_2)}$$

Tabela 1. Metodologias e suas equações para estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) utilizada na pesquisa.

ET_o = evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹); Δ = declividade da curva de pressão (kPa °C⁻¹); R_n = saldo de radiação (MJ m⁻² dia⁻¹); G = fluxo de calor (MJ m⁻² dia⁻¹); γ = constante psicrométrica (MJ kg⁻¹); T = temperatura média (°C); U₂ = velocidade do vento (m s⁻¹); e_s = pressão de saturação de vapor (kPa); e_a = pressão de vapor (kPa); T_{max} = temperatura máxima (°C); T_{min} = temperatura mínima (°C); R_{amm}.dia⁻¹ = Radiação extraterrestre (mm.dia⁻¹).

Para a avaliação do desempenho estatístico dos modelos de estimativa da ET_o em relação ao método padrão de Penman-Monteith, foram empregados a porcentagem relativa do método em relação ao padrão (superestimativa/subestimativa) (%), os indicadores de coeficiente de correlação (r), índice de concordância (d) de Willmott et al. (1985) e o índice de confiança ou desempenho (c). Os indicadores foram calculados de acordo com a Tabela 2.

O coeficiente c, proposto por Camargo e Sentelhas (1997), é interpretado de acordo com os referidos autores como: “ótimo” (c > 0,90); “muito bom” (0,81 < c < 0,90); “bom” (0,71 < c < 0,80); “mediano” (0,51 < c < 0,70), “sofrrível” (0,41 < c < 0,50), “mau” (0,31 < c < 0,40) e “péssimo” (c < 0,30).

Indicadores estatísticos	Equação
Superestimativa/Subestimativa	$\% = \frac{P \cdot 100}{O}$
Coeficiente de correlação de Pearson	$r = \frac{\sum_{i=1}^N (O_i - O) \cdot (P_i - P)}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (O_i - O)^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^N (P_i - P)^2}}$
Coeficiente de concordância	$d = 1 - \left[\frac{\sum (P_i - O_i)^2}{\sum (P_i - O_i + O_i - O)^2} \right]$
Índice de confiança	$c = r \cdot d$

Tabela 2. Indicadores estatísticos de desempenho dos métodos.

r = coeficiente de correlação de Pearson; d = coeficiente de concordância; c = índice de confiança; P_i = evapotranspiração estimada pelo método testado (mm.d⁻¹); P a média da evapotranspiração do método testado (mm.d⁻¹); O_i = evapotranspiração estimada pelo método padrão (mm.d⁻¹); e O = média dos valores observados pelo método padrão (mm.d⁻¹).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra a porcentagem relativa (superestimativa/subestimativa) das diferentes metodologias em relação ao método padrão para o período analisado (2000-2017) na cidade de Balsas/MA.

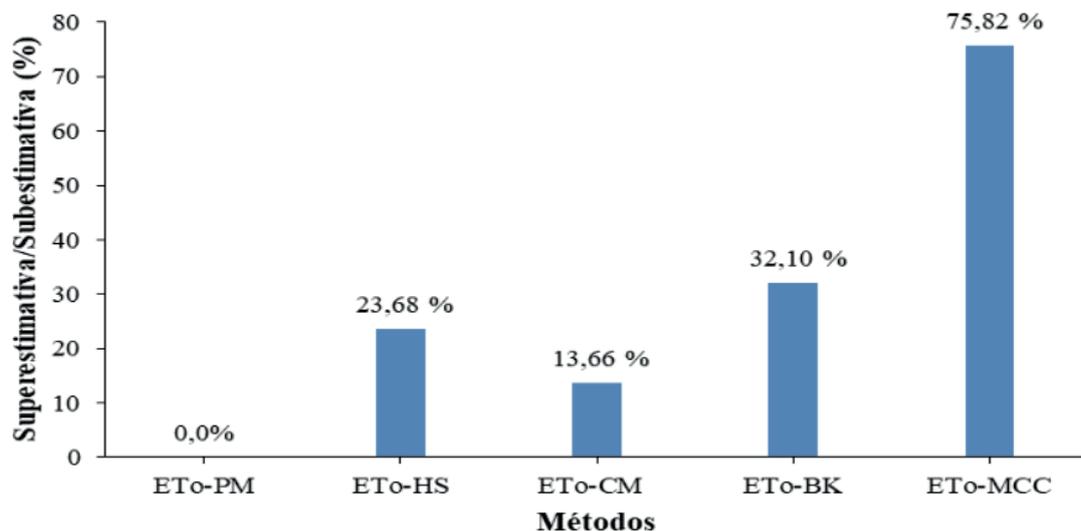


Figura 1. Porcentagem relativa do método em relação ao padrão (Superestimativa/Subestimativa) (%). Penman-Monteith (ETo-PM); Hargreaves e Samani (ETo-HS); Camargo (ETo-CM); Budyko (ETo-BK); McCloud (ETo-MCC).

Verifica-se na Figura 1 que o método de Hargreaves e Samani (ETo-HS) superestimou a ETo em relação ao método de Penman-Monteith (ETo-PM) com uma diferença relativa média de 23,68%. Resultados semelhantes foram encontrados por Santana et al., (2018) que avaliando diferentes equações de estimativa da evapotranspiração de referência para a região de Balsas/MA também encontraram uma superestimativa de 23,68% por esse método em relação ao método padrão. Essa superestimativa observada pode ser explicada segundo Sentelhas et al. (2010) pelo fato de que originalmente, o método de Hargreaves-Samani foi desenvolvido para clima semiárido, e como se baseia apenas em dados de temperatura, espera-se que este método superestime a ETo em climas úmidos.

O método de Camargo (ETo-CM) superestimou a ETo em relação ao modelo padrão (ETo-PM) com uma diferença relativa média de 13,66%. Cunha et al., (2013) afirmam que o método de Camargo é derivado do método de Thornthwaite, e funciona eficazmente para regiões de clima tropical e equatorial úmidos. Entretanto, para o município de Balsas/MA não se obteve boas estimativas de ETo com esse método. Os resultados aqui encontrados corroboram com os encontrados por Araújo et al., (2012) que avaliando métodos de estimativa da ETo diária com base na temperatura do ar em Boa Vista/RR também observaram tendência de superestimativa pelo método de Camargo quando comparado com o de Penman-Monteith.

O método de Budyko superestimou a ETo em relação ao método padrão com uma diferença relativa média de 32,10%. Gurski et al., (2016) avaliando métodos alternativos de estimativa da evapotranspiração de referência anual e nas diferentes estações do ano em Curitiba/PR também observaram tendência de superestimativa pelo método de Budyko. É provável que essa superestimativa observada esteja relacionada à menor precisão do método, uma vez que este relaciona somente a temperatura para estimar a ETo, gerando grandes erros na estimativa da mesma.

O método de McCloud assim como os demais métodos analisados superestimou a ETo em relação ao método padrão com uma diferença relativa média de 75,82%. Resultados diferentes foram encontrados por Cunha et al., (2013) que avaliando métodos de estimativa da evapotranspiração em Chapadão do Sul/MS obtiveram bons resultados por esse método com valores de ETo próximos aos encontrados pelo método padrão. Essa superestimativa aqui observada se justifica pelo fato de que o método de McCloud relaciona a ETo somente com a temperatura média do ar, sendo indicado apenas em caso de inexistência de dados meteorológicos mais completos.

A Tabela 3 mostra o índice de concordância de Willmott (d), coeficiente de correlação de Pearson (r), coeficientes de confiança (c) e desempenhos de Camargo e Sentelhas, obtidos das correlações entre os valores de evapotranspiração de referência (ETo) pelo método de Penman-Monteith com os obtidos pelos métodos estudados.

Métodos	R	d	c	Desempenho
Hargreaves e Samani	0,90	0,68	0,61	Mediano
Camargo	0,62	0,66	0,41	Sofrível
Budyko	0,72	0,48	0,35	Mau
McCloud	0,71	0,32	0,23	Péssimo

Tabela 3. Desempenho dos métodos de estimativa da ETo diário, entre o período de janeiro/2000 e dezembro/2017 para Balsas/MA.

r = coeficiente de correlação de Pearson; d = índice de concordância de Willmott; c = coeficiente de confiança e desempenho.

Observa-se na Tabela 3 que o modelo de Hargreaves e Samani foi o que apresentou um maior coeficiente de correlação (r) com valor de 0,90, o que indica uma correlação quase perfeita, mostrando uma alta precisão dos valores de ETo deste modelo quando comparados aos valores de ETo obtidos pelo método padrão. Constata-se ainda, que esse método foi o que apresentou o coeficiente de determinação (d) mais próximo de 1 com valor de 0,68 isso indica que o método estimou os valores de ETo com melhor exatidão, ou seja, ocorreu um baixo desvio entre os valores observados pelo método de PM e os estimados por esse método. A metodologia proposta obteve, também, o melhor valor do índice de desempenho (c), considerado mediano, com valor igual a 0,61. Esses resultados corroboram com os obtidos por Cunha et al., (2013) em Chapadão do Sul/MS onde para esse mesmo método os autores obtiveram valores de $r = 0,8388$, $d = 0,7483$ e $c = 0,6277$ o que também classificou o método como mediano.

As metodologias de Camargo, Budyko e McCloud receberam baixos valores para o coeficiente de correlação e para o índice de desempenho (c) com valores de “c” iguais a 0,41, 0,35 e 0,23 sendo classificados como sofrível, mau e péssimo respectivamente e não devem ser usados para estimativa da ETo em Balsas/MA.

4 | CONCLUSÕES

Nas condições climáticas de Balsas/MA a metodologia mais adequada para estimativa da ETo quando comparada com o método padrão foi a de Hargreaves e Samani. Entretanto, para que essa apresente valores de ETo mais confiáveis passando de um desempenho “mediano” para um desempenho “bom”, há a necessidade de se fazer a calibração do método para a região de estudo.

REFERÊNCIAS

Allen, R. G.; PEREIRA, L. S.; Raes, D.; Smuth, M. **Crop vapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**, Rome: FAO, 1998, 01p.

ARAÚJO, W. F.; CONCEIÇÃO, M. A. F.; VENANCIO, J. B. **Evapotranspiração de referência diária em Boa Vista (RR) com base na temperatura do ar**. Irriga, Botucatu, Edição Especial, p. 155 - 169, 2012

BUDYKO, M. I. **Climate and life**. New York: Academic Press, 1974. 508 p.

CAMARGO, A. P. de. **Balanço hídrico no Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1971. 28 p. (IAC. Boletim técnico, 116).

CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. **Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil**. Rev. Bras. Agrometeorol., Santa Maria, v.5, n.1, p.89-97, 1997.

CARVALHO, L. G.; RIOS, G. F. A.; MIRANDA, W. L.; NETO, P. C. **Evapotranspiração de referência: uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa**. Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 41, n. 3, p. 456-465, jul./set. 2011.

CUNHA, F. F.; MAGALHÃES, F. F.; CASTROS, M. A. **Métodos para estimativa da evapotranspiração de referência para Chapadão do Sul-MS**. Engenharia na Agricultura, Viçosa-MG, v. 21, n 2, 2013.

GURSKI, B. C.; SOUZA, J. L. M.; JERSZURKI, D.; SCHÄFER, R. F.; SCHÄFER, H. **Métodos alternativos de estimativa da evapotranspiração de referência anual e nas diferentes estações do ano em Curitiba-PR, Brasil**. Cultura Agronômica, Ilha Solteira, v.25, n.2, p.155-166, 2016.

HARGREAVES, G. L.; SAMANI, Z. A. **Reference crop evapotranspiration from temperature**. Basin. **Journal of the Irrigation and Drainage Division ASCE**, New York, v.111, n.1, p.113-124. 1985.

JACOBS, J. M.; SATTI, S. R. **Evaluation of reference evapotranspiration methodologies and AFSIRS crop water use simulation model (Final Report)**. Gainesville: Department of Civil and Coastal Engineering, University of Florida, 2001. 114p.

SANTANA, J. S.; LIMA, E. F.; SILVA, W. A.; FERNANDES, M. C.; RIBEIRO, M. I. D. **Equações de estimativa da evapotranspiração de referência (ETo) para a região de Balsas-MA**. Enciclopédia Biosfera, v. 15, p. 1-14, 2018.

SENTELHAS, P. C., GILLESPIE, T. J., SANTOS, E. A. **Evaluation of FAO Penman–Monteith and alternative methods for estimating reference evapotranspiration with missing data in Southern Ontario, Canadá**. Agricultural Water Management, Amsterdam, v. 97, n. 5, p. 635-644, 2010.

WILLMOTT, C. J. **Some comments on evaluation of model performance**. Bulletin of American Meteorological Society, v.63, p.1309- 1313, 1982.

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

Data de Aceite: 03/01/2020

Emilly da Silva Farias

Universidade Federal do Sul da Bahia,
Porto Seguro - BA.

Raquel Viana Quinelato

Universidade Federal do Sul da Bahia,
Porto Seguro - BA.

João Batista Lopes da Silva

Universidade Federal do Sul da Bahia,
Teixeira de Freitas - BA.

RESUMO: O processo de substituição de áreas de vegetação nativa por áreas de plantios agrícolas, florestais e agroflorestais se intensifica cada vez mais na região do extremo sul da Bahia. Essa é uma realidade que causa preocupação em relação ao desmatamento e ocupação das regiões de Mata Atlântica. Assim, objetivou-se com esse trabalho identificar a alteração do uso e ocupação do solo entre os anos de 1990, 1994, 2002, 2006 e 2013 na bacia hidrográfica do rio Peruípe. Os dados de uso e ocupação do solo foram obtidos através de imagens do satélite Landsat 5 sensor Thematic Mapper para os anos entre 1990 e 2006, e exclusivamente no ano de 2013 foram utilizadas imagens do satélite RapidEye, cedidas pelo Fórum Florestal do Extremo

Sul da Bahia. A partir dessas, foram gerados mapas de uso e ocupação do solo para cada ano estudado através do software QGIS. Com base nos resultados obtidos constatou-se que houve variações em todas as classes de uso e ocupação do solo ao decorrer do período analisado. No ano de 2013 a bacia do rio Peruípe apresentou a classe Eucalipto predominante em seu território, correspondente a 35,84% da área total da bacia, enquanto as áreas de vegetação nativa apresentaram redução de 5,04% em relação a 1990, revelando domínio de atividades antrópicas nessa região.

PALAVRAS-CHAVE: Mata Atlântica, sensoriamento remoto, desmatamento

USE AND OCCUPATION OF SOIL BETWEEN THE YEARS 1990 AND 2013 IN THE RIVER PERUÍPE BASIN, BAHIA

ABSTRACT: The process of replacing native planted areas with agricultural, forestry and agroforestry plantations is increasingly intensifying in the extreme southern region of Bahia. This is a reality that use the client in relation to deforestation and occupation of regions of Atlantic Forest. Thus, the objective of this study was to identify a change in land use and occupation between 1990, 1994, 2002, 2006 and 2013 in the Peruípe river basin. Land use and occupation data were dragged through the Sensor Landsat 5 Thematic Mapper satellite

imagery for the years 1990 to 2006 and launched at the Bahia Southern Extreme Forest Forum. From these, maps of land use and occupation were generated for each year studied using the QGIS software. Based on the results, data output rates are based on all land use and occupation classes over the period analyzed. In 2013, a Peruípe river basin had a classification of 35.84% of the total basin area, while the 2005 areas presented a reduction of 5.04% compared to 1990, revealing the dominance of anthropogenic activities in the region.

KEYWORDS: Atlantic forest, remote sensing, deforestation.

1 | INTRODUÇÃO

O extremo sul da Bahia, região onde se encontra a bacia do rio Peruípe, passou por um intenso processo exploratório de suas florestas, a partir do ano de 1970, quando se deu a implantação da rodovia federal (ALMEIDA et al., 2008). A expansão das atividades agroindustriais e florestais ocasionadas pela intensa exploração da Mata Atlântica, propiciou a inserção dessa região não só no cenário econômico nacional, como também no internacional, gerando modernização, industrialização e crescimento populacional (SEI, 2002).

Em várias bacias hidrográficas no Brasil têm ocorrido mudanças no uso do solo com redução da vegetação nativa para plantios agrícolas, agroflorestais e florestais. Coelho et al. (2014) ao estudar a dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro verificou que junto com o rápido crescimento das áreas de pastagem e/ou agricultura, a paisagem predominante de vegetação nativa foi sendo substituída por uma paisagem cada vez mais devastada.

Diante disso, caracterizar os usos e ocupação do solo de uma bacia hidrográfica é uma etapa importante para o diagnóstico e gestão de seus recursos ambientais. Os Sistemas de Informações Geográficas são peça fundamental nesse processo ao permitir, através de suas várias funcionalidades, a quantificação das áreas utilizadas para diversos fins (GAMA et al., 2019).

Levando em consideração que a bacia do rio Peruípe abrange parcialmente ou completamente 5 municípios baianos, com área de 4.120,08 km², e está localizada em uma região com importante participação econômica nacional que carece de estudos relacionados a essa temática, objetiva-se com esse trabalho caracterizar a alteração do uso e ocupação do solo entre os anos de 1990, 1994, 2002, 2006 e 2013 na bacia hidrográfica do rio Peruípe, Bahia.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A área do estudo corresponde à bacia hidrográfica do rio Peruípe (4.120,08 km²) que abrange os municípios: Alcobaça, Caravelas, Ibirapuã, Lajedão, Nova Viçosa e Teixeira de Freitas, é limitada pela bacia do rio Itanhém (norte), pela bacia do rio Mucuri (sul e oeste) e a leste pelo oceano Atlântico (Figura 1). O clima da região é tropical,

solo da bacia do rio Peruípe, entre os anos de 1990 a 2013.

A classe Agricultura apresentou aumento de 52,8 km² entre os anos estudados. Apesar de ter apresentados valores positivos durante o período estudado, segundo Santos; Silva (2004) essa atividade correspondia pelo total da economia da bacia no século XIX, porém, se encontra atualmente em decadência em grande parte dos municípios, sofrendo queda de produção e sendo substituídas pela pecuária e silvicultura.

Apesar da importância econômica da agropecuária para a região em questão, existe um consenso geral que essa atividade tem participação ativa na contaminação dos mananciais, sendo uma atividade com alto potencial degradador. Entretanto, a pressão econômica sobre os agricultores leva-os a explorar intensivamente estas áreas, sendo que a contaminação da água é potencializada quando práticas agrícolas conflitivas são praticadas segundo o potencial de uso das terras, por exemplo, no caso de agricultores que cultivam áreas declivosas e frágeis. Nestes casos, o processo de erosão hídrica é severo e a contaminação dos recursos hídricos se dá pela grande quantidade de sedimentos que chegam até os corpos de água (MERTEN; MINELLA, 2005).

Classes	1990		1994		2002		2006		2013	
	km ²	%								
Afloramento Rochoso	9,7	0,2	9,7	0,2	9,9	0,2	5,7	0,1	4,3	0,1
Agricultura	303,8	6,5	411,9	8,8	594,7	12,7	366,6	7,8	356,6	7,4
Área Urbana	15,1	0,3	16,5	0,4	19,3	0,4	27,5	0,6	37,5	0,8
Áreas Úmidas/ Várzea	114,2	2,4	103,1	2,2	108,9	2,3	127,7	2,7	261,9	5,4
Campo Rupestre	-	-	-	-	-	-	7,3	0,2	-	-
Campos de Restinga	53,6	1,2	60,7	1,3	69,0	1,5	1,8	0,0	0,8	0,0
Comunidade Aluvial Arbórea	966,0	20,7	922,7	19,7	974,9	20,9	965,0	20,7	783,6	16,2
Eucalipto	586,3	12,5	727,5	15,6	997,6	21,3	1.715,6	36,7	1.729,7	35,8
Floresta Estágio Inicial	91,0	2,0	59,0	1,3	11,5	0,3	6,1	0,1	21,2	0,4
Floresta Estágio Médio/ Avançado	94,2	2,0	76,7	1,6	93,7	2,0	44,4	1,0	140,7	2,9
Instalações Rurais	0,4	0,0	0,4	0,0	0,7	0,0	0,4	0,0	20,7	0,4
Lagos, lagoas, represas	36,7	0,8	36,7	0,8	36,5	0,8	40,8	0,9	55,0	1,1
Manguezal	0,8	0,0	0,8	0,0	2,0	0,1	56,4	1,2	8,7	0,2
Mussununga	2,7	0,1	2,7	0,1	3,2	0,1	3,4	0,1	23,6	0,5
Pasto Limpo	424,0	9,1	440,2	9,4	489,0	10,5	799,4	17,1	981,3	20,3

Pasto Sujo	1.957,7	41,9	1.787,5	38,3	1.245,7	26,7	415,6	8,9	317,7	6,6
Restinga Arbustiva	4,1	0,1	4,1	0,1	4,1	0,1	72,8	1,6	76,1	1,6
Seringal	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	0,0
Sistema viário (principais)	13,8	0,3	13,8	0,3	13,3	0,3	12,9	0,3	3,5	0,1
Solo Exposto	-	-	-	-	-	-	4,3	0,1	1,7	0,0

Tabela 1. Classes de uso e ocupação do solo (km² e %) da bacia hidrográfica do rio Peruípe, durante o período de 1990 a 2013.

As classes de florestas e a classe Comunidade Aluvial Arbórea são consideradas áreas de vegetação nativa. No ano de 1990 essas classes ocupavam juntas 24,7% da área total da bacia. Em 2013, estas sofreram redução de suas áreas e passaram a ocupar 19,6% da bacia (Figura 2).

Essa diminuição das áreas de vegetação nativa pode influenciar diretamente nos valores de vazões mínimas de uma bacia hidrográfica (TUCCI, 2002), isto porque agem diretamente como auxiliadoras no processo de infiltração da água para recarga do lençol freático. Silva et al. (2005), em um estudo para avaliar o efeito da porcentagem de cobertura do solo e da energia cinética decorrente de chuvas simuladas sobre as perdas de solo, verificou que a cobertura completa do solo evita a desagregação provocada pelo impacto das gotas de chuva e a formação do selamento superficial favorecendo, conseqüentemente, a infiltração da água no solo e a redução do escoamento superficial.

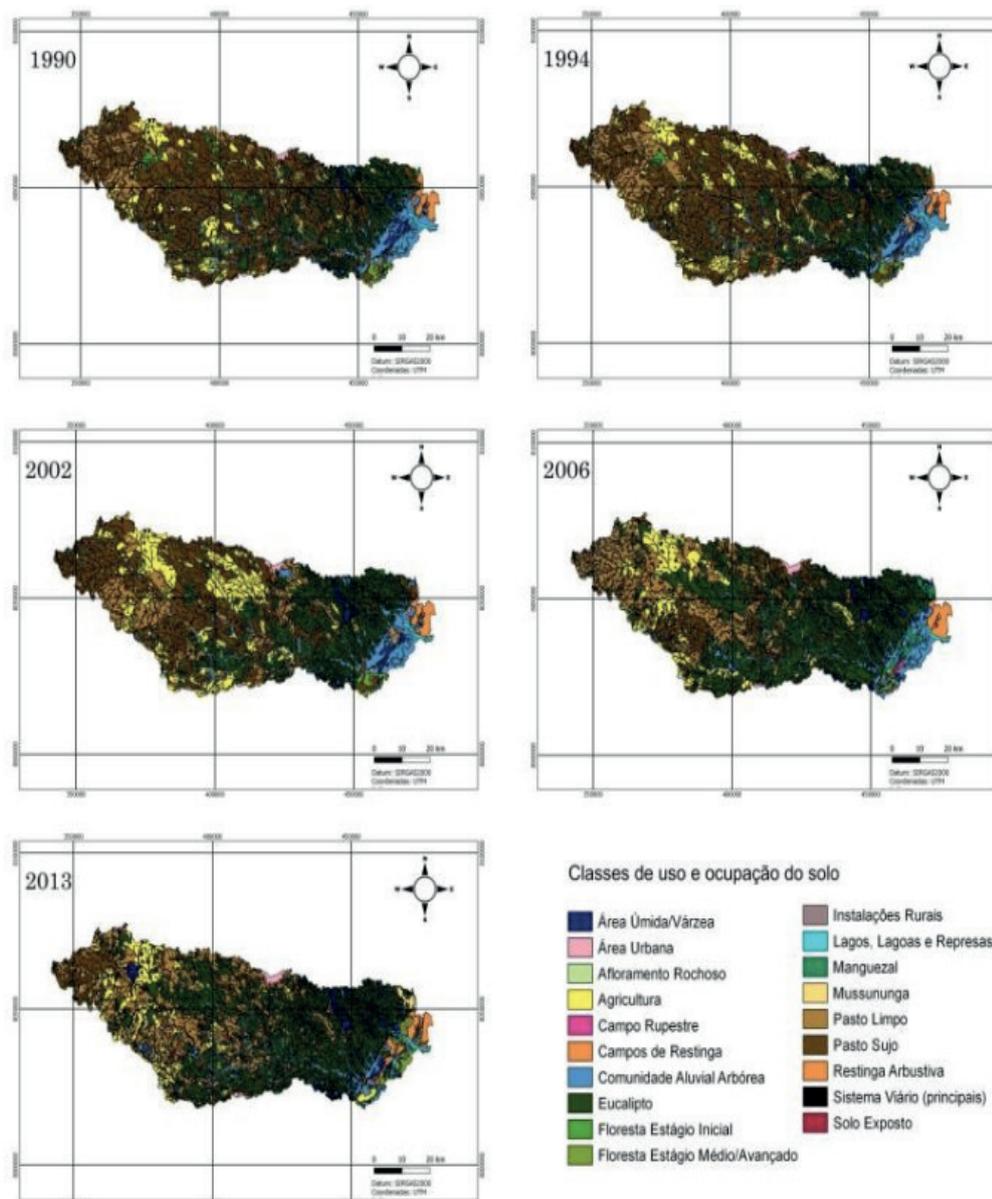


Figura 2. Classificação do uso e ocupação do solo na bacia do rio Peruípe entre os anos de 1990 a 2013.

A classe Eucalipto em conjunto com as classes de pastagens compreendem a maior parte da bacia do rio Peruípe. Em 1990 a classe Eucalipto ocupava 12,5% enquanto as classes de pastagens ocupavam 51,0%. Em 2013, houve uma redução de 24,1% das áreas de pastagens cedendo espaço para um aumento de 23,30% das áreas de eucalipto. Esse crescimento pode ser explicado, segundo Santos; Silva (2004) devido às características físicas e químicas do solo, aliadas ao relevo plano a suave ondulado. De acordo com Almeida et al. (2008) a implantação de acessos rodoviários e incentivos fiscais concedidos pelo governo para reflorestamento de áreas resultou em uma nova dinâmica local que estimulou a introdução de grandes empresas de papel e celulose na região, ocasionando a expansão dessa monocultura.

Apesar da implantação do eucalipto na região ter contribuído para alterações socioeconômicas, houve também sérios prejuízos para os recursos naturais, dentre eles, o solo, a fauna, a flora e os recursos hídricos. Essa atividade também provocou

impactos relevantes sobre a sobrevivência da agricultura familiar local em função da ocupação de grandes áreas agricultáveis, inclusive aquelas destinadas à reforma agrária, terras indígenas e no entorno de Unidades de Conservação da Mata Atlântica (SANTOS; SILVA, 2004).

Desta forma, o uso inadequado do solo e a redução de áreas de vegetação nativa, têm sido um dos principais fatores agravantes da aceleração de processos erosivos, assim como a perda de fertilidade dos solos agricultáveis, poluição de corpos hídricos, assoreamento de barragens e aumento das frequências de vazões de enchentes, ou máximas (LATUF, 2007).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o período estudado as áreas de Eucalipto mostraram-se predominantes na bacia do rio Peruípe, ocupando 35,8% da área total da bacia. As áreas de vegetação nativa (Floresta Estágio Inicial, Floresta Estágio Médio/Avançado e Comunidade Aluvial Arbórea) apresentaram redução de cerca de 5,2% de suas áreas durante o período estudado, porém, ainda ocupam cerca de 20% da bacia. Diante disso, recomenda-se que o uso e ocupação do solo da bacia do rio Peruípe seja reavaliado, visto que o uso inadequado do solo e a redução de áreas nativas têm influência direta na erosão do solo, na fertilidade do solo e na qualidade e quantidade dos recursos hídricos.

5 | AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Iniciação Científica da Universidade Federal do Sul da Bahia: PIBIC/UFSB - CNPQ e ao Fórum Florestal do Extremo Sul da Bahia, pela base de dados.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, T. M.; MOREAU, A. M. S. S.; MOREAU, M. S.; PIRES, M. M.; FONTES, E. O.; GÓES, L. M. **Reorganização socioeconômica no extremo sul da Bahia decorrente da introdução da cultura do eucalipto**. Sociedade & Natureza, Uberlândia, v.20, n.2, p. 5-18, 2008.

COELHO, V. H. R.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; ALMEIDA, C. N.; LIMA, E. R. V.; RIBEIRO NETO, A.; MOURA, G. S. S. **Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.18, n.1, p. 64-72, 2014.

GAMA, G. F. B. da; SILVA, G. M. de F.; ALMEIDA, T. H. M.; SILVA, J. B. L. da. **Evolução temporal do uso e ocupação do solo no município de Itamaraju – BA entre 1990 e 2013**. In: TOLEDO, F. dos S. Meio Ambiente em Foco. Belo Horizonte: Editora Poisson, 2019, p. 22-26.

LATUF, M.O. **Mudanças no uso do solo e comportamento hidrológico nas bacias do rio Preto e ribeirão entre Ribeiros**. 2007. 103 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio**

atual para a sobrevivência futura. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 33-38, 2002.

SANTOS, C. S.; SILVA, J. L. C. da. **Os impactos do plantio de eucalipto e da produção de celulose em comunidades tradicionais no extremo sul baiano.** In: Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, 2, Indaiatuba. Anais... Indaiatuba: Anppas, 2004, p. 1-14.

SEI – Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Dinâmica sociodemográfica da Bahia: 1980-2000.** Salvador: SEI, 2002.

SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; AMORIM, R. S. S.; PAIVA, K. W. N. **Efeito da cobertura nas perdas de solo em um argissolo vermelho/amarelo utilizando simulador de chuva.** Engenharia Agrícola, v. 25, n. 2, p.409-419, 2005.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação.** 2.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 943p., 2002.

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

Data da Submissão: 09/10/2019.

Data de Aceite: 03/01/2020

Emilly da Silva Farias

Universidade Federal do Sul da Bahia

Porto Seguro – Bahia

<http://lattes.cnpq.br/3487670579324034>

Murilo Sousa Ramos

Universidade Federal do Sul da Bahia

Teixeira de Freitas – Bahia

<http://lattes.cnpq.br/1426640100751726>

João Batista Lopes da Silva

Universidade Federal do Sul da Bahia

Teixeira de Freitas – Bahia

<http://lattes.cnpq.br/2107932993887541>

Wanderley de Jesus Souza

Universidade Federal do Sul da Bahia

Teixeira de Freitas – Bahia

<http://lattes.cnpq.br/2784493372639906>

RESUMO: O extremo sul da Bahia se destaca pela diversidade das atividades agropecuárias que são desenvolvidas na região, com destaque para a produção bovina. O processo de intensificação da produção de leite e de carne bovina implica em uso de forrageiras com alta capacidade de produção de matéria seca. Pensando nisso, este trabalho objetivou conhecer algumas características

que representem a produtividade do “Capim-Elefante” *Pennisetum purpureum schum cv. Pioneiro*. O capim elefante foi cultivado em condições de sequeiro no Instituto Federal Baiano em Teixeira de Freitas/BA. A área experimental, de formato circular, foi dividida em 4 blocos com 3 repetições em cada um deles, no entanto, em ambas as repetições foi utilizado o cultivo de sequeiro sob adubação química. Foram analisadas as variáveis: altura das plantas, número de plantas, massa verde do colmo e da folha e massa seca do colmo e da folha, em função da lâmina de água que foi medida por um pluviômetro. É possível afirmar que a cultura apresentou um bom aproveitamento da lâmina de água aplicada e desenvolvimento satisfatório em condições de sequeiro na região do Extremo Sul da Bahia. Além disso, destaca-se alta produtividade dessa gramínea e a qualidade da biomassa mesmo sem a aplicação de insumos como a irrigação e/ou adubação, portanto, viabiliza uma redução de área explorada.

PALAVRAS-CHAVE: Manejo da Água. Pastagens. Evapotranspiração.

DEVELOPMENT AND SPECIFIC PRODUCTIVITY OF ELEPHANT GRASS CV. PIONEER IN FARMING

ABSTRACT: The extreme south of Bahia stands out for the diversity of agricultural activities that are developed in the region, with emphasis on cattle production. The process of intensification of milk and beef production implies the use of forages with high dry matter production capacity. Thinking about this, this work aimed to know some characteristics that represent the productivity of the “Elephant Grass” *Pennisetum purpureum schum* cv. Pioneer. Elephant grass was grown under rainfed conditions at the Bahia Federal Institute in Teixeira de Freitas / BA. The experimental area, circular in shape, was divided into 4 blocks with 3 replications in each one of them, however, in both replications the dryland cultivation under chemical fertilization was used. The following variables were analyzed: plant height, number of plants, stem and leaf green mass and stem and leaf dry mass, as a function of the water depth measured by a rain gauge. It is possible to affirm that the culture presented a good use of the applied water depth and satisfactory development under rainfed conditions in the Far South region of Bahia. In addition, we highlight the high productivity of this grass and the quality of biomass even without the application of inputs such as irrigation and / or fertilization, therefore, enables a reduction of exploited area.

KEYWORDS: Water management. Pastures. Evapotranspiration.

1 | INTRODUÇÃO

O extremo sul da Bahia é uma região com participação econômica tanto nacional, quanto internacional, devido a expansão das suas atividades agroindustriais e florestais (SEI, 2002). A diversidade das atividades agropecuárias desenvolvidas na região também são destaque (ALMEIDA et al., 2008), porém, grande parte dos produtores não possuem conhecimento técnico específico ou negligenciam as práticas de manejo adequadas, ocasionando um grande custo de produção e problemas de impacto ambiental.

A produção agropecuária de forma intensa gera a necessidade do uso de forrageiras com alta produtividade em relação a matéria seca. Entre essas forrageiras, destaca-se o capim elefante (*Pennisetum purpureum schum*), que devido ao seu potencial produtivo elevado e sua qualidade nutricional tornou-se uma das mais adaptadas a esse tipo de cultivo (MOTA et al., 2010).

Com o alto nível de degradação dos recursos ecossistêmicos torna-se imprescindível que se obtenha o máximo de melhoria para o cultivo da cultura com o mínimo de agressão ao meio ambiente. Pensando nisso, objetiva-se com esse trabalho avaliar a produtividade e o desenvolvimento morfológico do “Capim-Elefante” *Pennisetum Purpureum Schum* cv. Pioneiro, sob condições de precipitação natural no município de Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O Capim Elefante, *Pennisetum Purpureum* Shum cv. Pioneiro, foi cultivado entre os dias 15 de outubro e 15 de dezembro de 2016, no Instituto Federal Baiano em Teixeira de Freitas (Figura 1), sob condições de sequeiro em um solo previamente corrigido quimicamente cerca de 60 dias antes do início do experimento. No dia 01 do experimento o capim foi cortado a 10 cm do solo e após 51 dias de crescimento procedeu-se a avaliação do desenvolvimento das plantas.

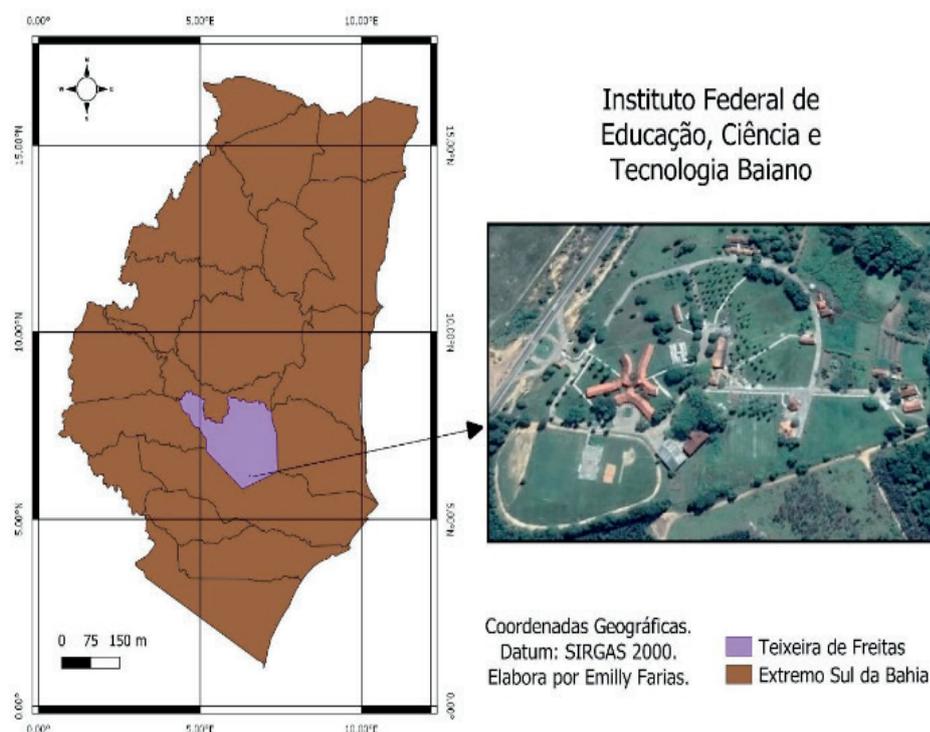


Figura 1 – Localização do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, campus Teixeira de Freitas

A área experimental foi dividida em 4 blocos (255m² cada) com 3 repetições em cada um deles. As parcelas experimentais possuíram área de 4m², com 2m de largura e 2m de comprimento, totalizando doze parcelas. Foram realizadas análises do solo, para determinação de características físicas e químicas do mesmo.

Para a análise climatológica utilizou-se os dados de temperatura máxima, mínima, média e radiação solar, obtidos na estação climatológica instalada no Instituto Federal Baiano, sob responsabilidade do Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – INEMA. Os dados de precipitação foram coletados através de pluviômetro instalado no centro da área experimental. A evapotranspiração de referência na área foi obtida com base em uma série de dados históricos também obtidos no site do INEMA, utilizando a equação de Hargreaves -Samani mediante aos dados de temperatura para estimar a ETo, do local, conforme Fernandes et al. (2011).

As variáveis altura das plantas e número de plantas, foram medidas em campo no momento do corte. Para determinação da massa verde do colmo e massa verde

da folha, após ter sido feito o corte, houve a separação de forma manual de ambos, sendo acondicionados em sacos de papel para pesagem. Após pesagem da massa verde, foram retiradas amostras de aproximadamente 0,6 kg para colmo e 0,2 kg para folha de cada parcela experimental. Estas foram acondicionadas em sacos de papel, pesadas e colocadas em estufa a 65° C por 96 horas para as folhas e 190 horas para os colmos, quando atingiram peso constante.

Para determinação da porcentagem de massa seca da folha e porcentagem de massa seca do colmo utilizaram-se os dados das pesagens obtidas antes e após a secagem dos materiais. O volume de água transportado para a planta foi determinado pela diferença entre a massa verde e a massa seca do caule e da folha, considerando a densidade da água igual a 1,0 g cm⁻³. Em função da área das parcelas experimentais definiu-se a lâmina de água remanescente ou exportada. O resultado foi extrapolado para uma área de um hectare tendo-se o volume de água exportado por hectare.

Os dados de produtividade de massas, verde e seca, totais produzidos foram relacionados com a precipitação total no período, dividindo-se as respectivas massas pela precipitação, obtendo-se uma produtividade por unidade de água aplicada.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições climáticas da região relacionadas a chuva (280mm) e temperatura (21,5°C – 34°C, com média igual a 24°C) foram favoráveis para o desenvolvimento do capim-elefante durante o período de condução do experimento (Figura 2), haja vista que essas condições, segundo Silva et al. (2010) estão próximas às ideais para a produção de capim elefante.

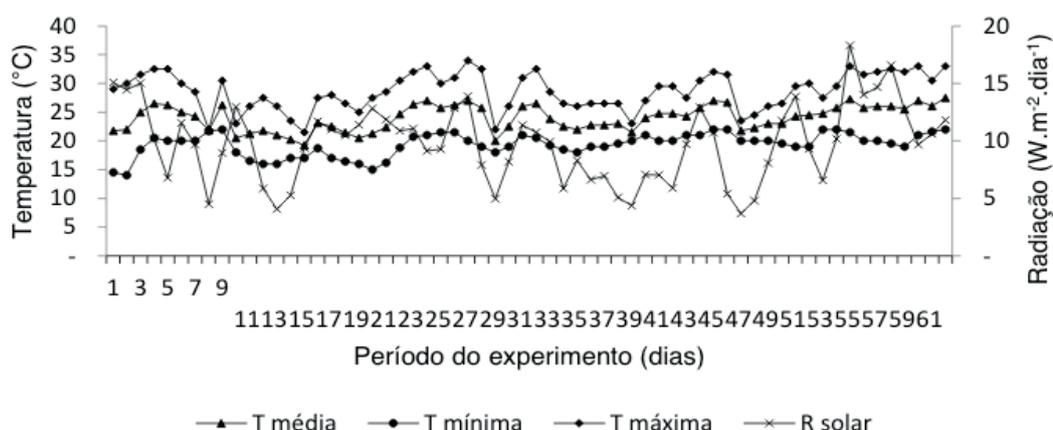


Figura 2 – Temperaturas máxima, mínima, média e radiação solar no período experimental

A altura das plantas variou de 1,57m a 1,73m, resultando como altura média de toda área experimental 1,67m. No que diz respeito à lâmina de água exportada, se obteve média igual a 5,68 mm. A média de massa verde e massa seca por lâmina de água aplicada foi de 25,17 g mm⁻¹ e 4,90 g mm⁻¹, respectivamente. A lâmina de água exportada por lâmina de água aplicada pela chuva foi de 2,03% e a lâmina de água

exportada por lâmina de água evapotranspirada foi de 2,20%.

Em relação à produção de biomassa se obteve 30,17% de massa seca da folha e 13,23% de massa seca do colmo. É possível perceber que os colmos apresentaram qualidade inferior à das folhas em relação a produção de massa seca ocorrendo queda acentuada em sua composição nutritiva. De acordo com Neumann et al. (2008), o colmo de plantas forrageiras possui maior habilidade em manter o conteúdo de água celular.

A diferença positiva entre a precipitação e a evapotranspiração somada com o armazenamento da água no solo causou a percolação da água em alguns períodos (Figura 3), pois, o solo apresentou alto percentual de areia, o que associado à topografia plana facilitou a infiltração e redistribuição da água. Por outro lado, em alguns momentos a evapotranspiração foi superior à precipitação, o que causou déficit hídrico no solo. De forma geral, no final do ciclo experimental, a precipitação acumulada superou a evapotranspiração em 23mm. Considerando que o armazenamento da água no solo foi de 22.3mm, podemos afirmar que toda a precipitação foi utilizada no sistema produtivo de forma eficiente. O volume de água remanescente na planta foi de apenas 5,68 mm, correspondendo a um total de 2% em relação tanto a lâmina de água aplicada, quanto à lâmina de água evapotranspirada. Isso significa dizer que não houve déficit hídrico e toda a precipitação foi utilizada no sistema produtivo de forma eficiente durante o ciclo.

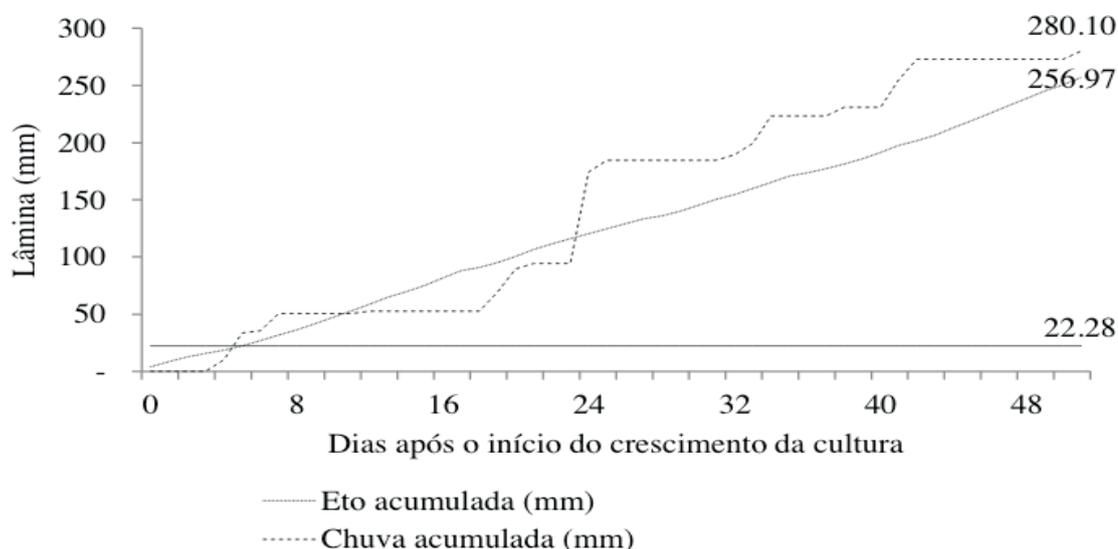


Figura 3 – Relação da evapotranspiração de referência, capacidade total de água e chuva ocorridos no período de estudo

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O capim elefante pode ser utilizado em região climática similar, não só pelo seu bom desempenho as condições submetidas, mas também, por seu alto potencial de produção de matéria seca e matéria verde. Além disso, destaca-se alta produtividade dessa gramínea e a qualidade da biomassa mesmo sem a aplicação de insumos como

a irrigação e/ou adubação, portanto, viabiliza uma redução de área explorada.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, T. M. et al. Reorganização socioeconômica no extremo sul da Bahia decorrente da introdução da cultura do eucalipto. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 2, p. 5-18, dez. 2008.

FERNANDES, D. S.; HEINEMANN, A. B.; STONE, L. F. Aplicação de diferentes escalas temporais do índice padronizado de precipitação (SPI) na estimativa da variabilidade da produtividade de arroz de terras altas. In: **Embrapa Arroz e Feijão - Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: WORLD WATER CONGRESS, 14., 2011, Porto de Galinhas. Adaptive water management: looking to the future: book of abstracts.[SI]: IWRA, 2011.

MOTA, V.J.G; DOS REIS, S.T.; SALES, E.C.J.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; OLIVEIRA, F.G.; WALKER, S.F.; MARTINS, C.M.; CÔSER, A.C. Lâminas de irrigação e doses de nitrogênio em pastagem de capim-elefante no período seco do ano no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1191-1199, 2010.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; NÖRNBERG, J.L.; OLIBONI, R.; PELLEGRINI, L. G.; FARIA, M. V.; OLIVEIRA, M. R. Efeito associativo do espaçamento entre linhas de plantio, densidade de plantas e idade sobre o sorgo forrageiro. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 7, n. 2., p. 165-181, 2008.

SEI - Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Dinâmica sociodemográfica da Bahia: 1980-2000**. Salvador: SEI, 2002.

SILVA, A.L.C.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; LIRA, M.A.; FERREIRA, L.R.C.; FREITAS, E.V.; CUNHA, M.V.; SILVA, M.C. Variabilidade e herdabilidade de caracteres morfológicos em clones de capim-elefante na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2132-2140, 2010.

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

Data de Aceite: 03/01/2020

Valquíria Dias de Souza

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas (IFSULDEMINAS),
Campus Poços de Caldas,
Poços de Caldas - MG.

Angel Roberto Barchuk

Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL),
Campus Alfenas,
Alfenas - MG.

Isabel Ribeiro do Valle Teixeira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas (IFSULDEMINAS),
Campus Poços de Caldas,
Poços de Caldas - MG.

RESUMO: Muitas espécies de bruquídeos apresentam um comportamento especialista na escolha por hospedeiros, sendo este processo dinâmico e complexo. Fêmeas de *Zabrotes subfasciatus*, por exemplo, mesmo utilizando-se de poucas espécies de sementes de Fabaceae para oviposição, apresenta diferença de preferência entre elas. *Z. subfasciatus* é conhecido vulgarmente como caruncho ou gorgulho do feijão (*Phaseolus vulgaris*), pois é este o seu principal hospedeiro. Em

consequência, este inseto acarreta grandes prejuízos agrícolas como a redução do peso e perda de qualidade dos grãos. Aqui, além de aprofundarmos sobre o processo de seleção de hospedeiros são avaliados os danos germinativos após predação destes insetos em sua fase imatura em diferentes grãos. Os resultados apontam uma hierarquização quanto à preferência por hospedeiros e um padrão germinativo individual de acordo com o hospedeiro e nível de predação.

PALAVRAS-CHAVE: Caruncho, hospedeiros; *Phaseolus vulgaris*, germinação.

SELECTION OF DIFFERENT HOST SEEDS BY FEMALE *Zabrotes subfasciatus* (BOH.) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE, BRUCHINAE) AND DAMAGE IN THE GRAINING AND DEVELOPMENT OF POST PREDATION GRAINS

ABSTRACT: Many brucquid species exhibit expert behavior in host selection, and this process is dynamic and complex. Females of *Zabrotes subfasciatus*, for example, even using few Fabaceae seed species for oviposition, show a difference in preference between them. *Z. subfasciatus* is commonly known as weevil or bean weevil (*Phaseolus vulgaris*), as this is its main host. As a result, this insect causes large agricultural losses such as weight reduction and

grain quality loss. Here, in addition to delving into the host selection process, germinative damage after predation of these insects in their immature phase in different grains is evaluated. The results show a hierarchy in preference for hosts and an individual germination pattern according to host and predation level.

KEYWORDS: Worm, hosts; *Phaseolus vulgaris*, germination.

1 | INTRODUÇÃO

Bruchinae: Os besouros das sementes

A subfamília Bruchinae pertencente à família Chrysomelidae, conhecida antigamente como Bruchidae, compõe 80% das 1700 espécies que compõe o táxon. (SOUTHGATE 1979; JOHNSON, ROMERO, 2004). Os bruquídeos se caracterizam por possuir espécies em que os imaturos se alimentam apenas de sementes, sendo estas consideradas uma ótima fonte nutricional. Os besouros desta subfamília geralmente apresentam uma coloração acinzentada, fosca ou acastanhada. Os élitros são curtos deixando o ápice do abdômen exposto. A maioria dos indivíduos adultos chega a medir cerca de 5 mm. As larvas se alimentam apenas de sementes e empupam nos grãos. (BORROR, 2015). De acordo com JOHNSON (1989), esses coleópteros predam sementes de 35 famílias de plantas hospedeiras, dentre esse total aproximadamente 85% pertencem ao grupo das leguminosas. (SOUTHGATE, 1979).

Tendência à especialização em bruquídeos

De acordo com HOPKINS (1983), o padrão típico de uma espécie de bruquídeo (assim como eram chamados) é atacar apenas uma espécie de hospedeiro. JANZEN (1978) enumerou fatores que poderiam explicar este padrão de comportamento. Dentre eles, foi listado o ciclo vegetal na disponibilidade de sementes, sendo assim, os animais que dependem destas para sobreviver, devem possuir estratégias para as épocas de escassez, maximizando suas performances na disponibilidade do alimento. Essas características podem ter colaborado para a grande quantidade de espécies de bruquídeos com comportamento especialista.

De acordo com Joaquim-Bravo e Zucoloto (1997) o comportamento de escolha e aceitação por determinado hospedeiro pelos insetos (geralmente realizado pela fêmea no período de oviposição), é dinâmico e complexo. Sendo necessário que haja estímulos adequados para cada etapa comportamental, a fim de garantir uma resposta satisfatória (SPERANDIO; ZUCOLOTO 2009).

Ainda não se conhece o motivo pelo qual os bruquídeos se alimentam ou não de um determinado táxon. Entretanto, foi demonstrado que fatores como a abundância, a textura da cobertura das sementes e o tamanho das sementes (JANZEN, 1978) possuem influência sobre o comportamento de oviposição em Bruchidae. Muitos

autores acreditam em uma tendência na postura de ovos de acordo com o hospedeiro em que se alimentaram na fase imatura (JANZEN, 1978; SOUTHGATE, 1978; JOHNSON, 1989; MEIK ; DOBIE, 1986). Teixeira e Zucoloto (2003) acreditam que esse comportamento deve estar relacionado com a manutenção do uso do mesmo hospedeiro. Desta forma, traços diretamente envolvidos com a localização, ingestão, digestão e sazonalidade são selecionados, aumentando a eficiência na utilização deste hospedeiro e um retorno maior para o sucesso biológico da espécie consumidora.

Origem, biologia e comportamento de *Zabrotes subfasciatus*

A espécie de bruchinae *Zabrotes subfasciatus*, conhecida vulgarmente como caruncho ou gorgulho do feijão utiliza *Phaseolus vulgaris* (feijão) como o seu hospedeiro, acarretando em prejuízos agrícolas como a perda e qualidade dos grãos (TEIXEIRA; ZUCOLOTO, 2003). Esta espécie originou-se no Novo Mundo tendo como hospedeiro primário a espécie selvagem *Phaseolus lunatus*, no México o inseto também pode ser encontrado em linhagens selvagens de *Phaseolus vulgaris* (BONET et al., 1987).

A espécie apresenta dimorfismo sexual bem nítido, as fêmeas são maiores que os machos e apresentam manchas com coloração creme nos élitros, os indivíduos adultos podem medir de 1,8 a 2,5 mm de comprimento (FERREIRA, 1960). As fêmeas de *Z. subfasciatus* depositam ovos elípticos sobre o grão e após secretam uma substância que adere o ovo firmemente à superfície do feijão (SOUTHGATE, 1979). Como na maioria dos bruquídeos, a larva ao eclodir, penetra diretamente no grão permanecendo até a emergência do adulto (CARVALHO; ROSSETO, 1968). A duração média do ciclo evolutivo da espécie do ovo ao adulto, é por volta de 34 dias (DENDY; CREDLAND, 1991), porém observamos em nossos experimentos que este período pode variar grandemente de acordo com as condições ambientais e tipo de hospedeiro.

Como o adulto geralmente não se alimenta, a quantidade e qualidade do alimento de toda a vida do inseto são determinadas no momento da oviposição (SINGER, 1986). Sendo assim, a fêmea ao escolher um local para postura dos ovos determina o recurso alimentar que cada um dos descendentes em potencial terá disponível. De acordo com DENDY e CREDLAND (1991) a fecundidade máxima que uma fêmea pode alcançar é 55 ovos, porém a média é por volta de 35 ovos (TEIXEIRA; ZUCOLOTO, 2003) e o pico de oviposição geralmente ocorre no terceiro ou quarto dia após emergência (TEIXEIRA et al., 2008). O período de postura de ovos é de, no máximo 12 dias, quanto à forma de distribuição dos ovos no hospedeiro, há controversas, alguns autores acreditam ser do tipo agregada (DENDY ; CREDLAND, 1991; HOFFMEISTER ; ROHLFS, 2001), outros acreditam ser ao acaso (UMEYA, 1966) e também há aqueles que acreditam em uma distribuição uniforme dos ovos pelas fêmeas (PIMBERT ; JARRY, 1988).

Seleção de hospedeiro por *Z.subfasciatus* (Boh.)

Em insetos, o comportamento de forrageamento inclui uma série de componentes que direcionam a busca pelo recurso e, no contato, viabiliza o reconhecimento e utilização (GULLAN; CRANSTON, 2017).

O sentido químico nos insetos é dominante sobre o seu comportamento em detrimento dos outros e é este um dos principais mecanismos usados para o forrageamento, procura de parceiros e de locais para a oviposição (BORROR, 2015). Neste contexto, a procura de hospedeiro para oviposição é um comportamento essencial dos besouros utilizadores de sementes da espécie de *Z. subfasciatus*, pois muitos dos adultos não se alimentam, tendo toda a sua reserva nutricional adquirida na sua fase larval. Em experimentos de aceitabilidade por variedades de *P.vulgaris*, Teixeira e Zucoloto (2003) observaram que existe uma preferência por variedades com o maior valor nutritivo.

Hospedeiros usados por *Z. subfasciatus*

Segundo o Atlas de Insetos e ácaros de grãos armazenados, *Z. subfasciatus* pode usar como hospedeiro: Variedades de *Vigna unguiculata*, como o feijão de jacinto e feijão de corda, grão de bico (*Cicer arietinum*), feijão azuki (*Vigna angularis*), variedades *Phaseolus lunatus*, como o feijão de lima e feijão fava, ervilha (*Pisum sativum*), feijão escarlate (*Phaseolus coccineus*) e variedades de *Phaseolus vulgaris* (feijoeiro comum).

O feijão (*Phaseolus vulgaris*): principal hospedeiro de *Z. subfasciatus*

O feijão teve origem no Peru na época pré-incaica, tendo um amplo cultivo no grande Império dos Incas, após se disseminou por outras regiões da América (JUNIOR,1960). O feijão comum (*P. vulgaris*) pertence à família Fabaceae (SILVA; COSTA, 2003). O gênero *Phaseolus* originou-se no continente Americano e compreende 50 espécies, das quais apenas cinco foram domesticadas, dentre elas, *P. vulgaris* L. (Feijoeiro comum) e *P. lunatus* L.(Feijão de Lima) (SINGH, 2001). As espécies de *Phaseolus* se distribuem amplamente pelo mundo, sendo cultivadas nos trópicos e em zonas temperadas dos hemisférios Norte e Sul (SILVA; COSTA, 2003). Segundo SINGH (2001), a espécie *P. vulgaris* L. compõe mais de 85% dos cultivos do gênero *Phaseolus* do mundo.

A leguminosa é considerada um excelente alimento e se destaca pela importância nutricional, social e econômica. Sua composição é rica em nutrientes essenciais ao ser humano, sendo fonte de proteínas, ferro, cálcio, magnésio, zinco, fibras, carboidratos e vitaminas do complexo B (CHAVES; BASSINELLO, 2014). No Brasil, o feijão totaliza 11.2% das calorias ingeridas por dia, ocupando o terceiro lugar no ranking de alimentos

mais consumidos (SOARES, 1996).

Quanto à produção mundial de feijão, os maiores produtores em sequência são Myanmar, Índia, Brasil, Estados Unidos, México e Tanzânia (COELHO, 2018). Dentre os países que compõe o MERCOSUL, o Brasil ocupa o primeiro lugar na produção destes grãos, cerca de 3,1 milhões de toneladas por ano (CONAB, 2018). A espécie de besouro *Z. subfasciatus* é considerada uma das principais pragas do feijão armazenado, já que as larvas se alimentam do interior dos grãos, o que resulta em redução do peso e valor nutritivo, além de propiciar a infecção por micro-organismos (BARBOSA et.al,2000).

A importância de se estudar seleção de hospedeiros em *Z. subfasciatus* e danos ao grão após a sua utilização

Já se sabe que as fêmeas estabelecem uma preferência ao ter contato com diferentes hospedeiros (TEIXEIRA et al, 2009), porém, não se conhece se esta preferência ocorre e se mantém previamente ao contato, por meio de interação química entre inseto e hospedeiro. Qualificar e quantificar os danos das sementes, após o uso destes pelos imaturos é fundamental no planejamento de ações para uma maior produtividade.

Estes dados, após conhecidos, ajudariam a compreender o comportamento e a fisiologia relacionada à seleção do local onde as fêmeas colocarão os seus ovos, possibilitando respostas inovadoras, bem como no manejo desta espécie, auxiliando o seu controle populacional em ambientes de armazenamento (TEIXEIRA et al., 2016).

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Todos os testes foram realizados no Laboratório de Biologia do IFSULDEMINAS, câmpus Poços de Caldas. As populações matrizes de *Z. subfasciatus* são oriundas da criação mantida em estufa entomológica com condições de umidade ($70 \pm 3\%$) e temperatura (25 ± 3 o C). Os grãos utilizados no experimento foram adquiridos no Mercado Municipal de Poços de Caldas, fez se uma seleção dos mesmos previamente ao experimento descartando os que apresentaram qualquer sinal de dano.

Ranking de preferência por hospedeiros

A fim de verificar uma hierarquia de preferência de *Z. subfasciatus* na escolha por hospedeiros, realizou-se um experimento em que 3g de cada hospedeiro, colocados em um recipiente de vidro, fechado na porção apical com tecido foi oferecido a um casal recém-emergido. Os grãos oferecidos, combinados 2 a 2 foram; Soja (*Glycine max*), Lentilha (*Lens culinaris*), Grão de bico (*Cicer arietinum*) e o feijão (*P. vulgaris*) variedade carioquinha. Após 20 dias foram contabilizados os ovos em cada variedade e realizado o cálculo de porcentagem e de hierarquia de preferência (Teste one-way

ANOVA com $p > 0.05$ - em 10 repetições).

Os hospedeiros utilizados foram determinados com o parâmetro das variedades mais comercializadas no município de Poços de Caldas-MG.

Danos pós predação

Para testar o potencial de dano da predação de *Z. subfasciatus* na germinação das sementes predadas, as variedades utilizadas no teste de preferência (feijão (*P.vulgaris*) variedade carioquinha (orgânica e comercial), soja (*G.max*), grão de bico (*C.arietinum*) e lentilha (*L.culinaris*)) foram colonizadas por casais de *Z. subfasciatus*. Ofertou-se uma quantidade de recursos (hospedeiros) abundante, já que a competição ausente proporciona uma distribuição ampla (poucos ovos por grão) (TEIXEIRA, 2002). Após 13 dias, 10 grãos foram selecionados em 4 categorias de predação sendo: grãos com um ovo; com 2 ovos; com 3+n ovos, e 0 ovos (grupo controle).

Estes grãos foram plantados em bandeja plástica de cultivo 200 células de 50 ml, como substrato utilizou-se adubo orgânico (Figura 1).



Figura 1. Bandeja de Germinação das sementes hospedeiras com diferentes níveis de predação, as variedades de hospedeiros estão sendo representados pelas linhas horizontais e nas verticais têm se o nível de predação.

Legenda:

Feijão Orgânico	Feijão convencional (não orgânico)	Grão de bico	Soja
Lentilha;	Grãos sem ovos (não predados)	Grãos com um ovo	
Grãos com 2 ovos		Grãos com 3 +n ovos	

Entre março a julho de 2018 foram feitas três repetições. Após 30 dias do plantio foram analisados os índices de germinação e desenvolvimento de cada planta (two-way ANOVA $p > 0,05$).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apontam que as fêmeas de *Z.subfasciatus* possuem maior atratividade pelo feijão (Figura 2), colocando-o no topo da hierarquia de oviposição dentre os hospedeiros ofertados. Como esperado e já observado por (TEIXEIRA et al, 2009), há uma maior preferência pelo hospedeiro usual o feijão, porém é surpreendente a atração, mesmo que menor pelos outros.

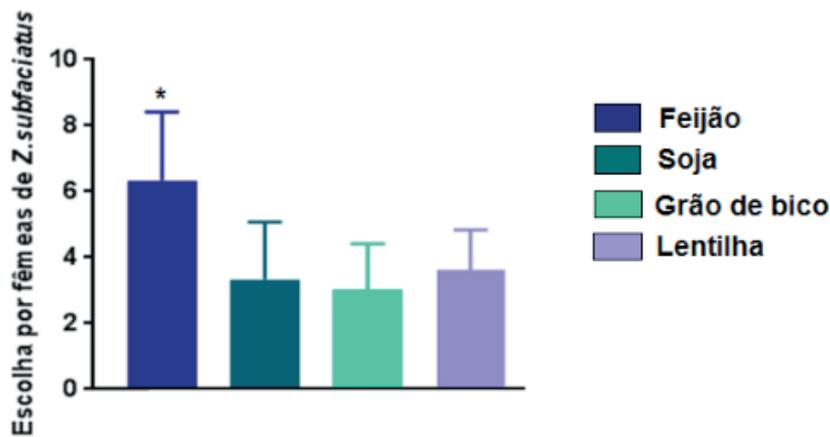


Figura 2. Preferência por hospedeiros, o símbolo (*) indica que a diferença encontrada entre a barra (feijão) em relação as outras analisadas é significativa.

Em relação a germinação das sementes predadas, as variedades responderam diferenciadamente ao dano (Figura 3). O feijão, tanto orgânico, quanto não orgânico, apresentou germinação independente do nível de predação testado, porém é notável um declínio no desenvolvimento da planta de ambos com o aumento do número de ovos presentes no grão (Figura 4).

O sistema orgânico de produção se diferencia do método convencional de cultivo, por não utilizar insumos químicos (MARIANI; HENKE, 2015) e apresenta produtividade mais baixa que o sistema convencional, porém esse fator pode ser compensado pela redução do uso de fertilizantes e maior valor comercial (FERNANDES; GUERRA; ARAÚJO, 2015). Para Sousa et.al (2012) apesar da produção orgânica ser baseada em técnicas que não utilizam insumos agroquímicos, infelizmente não há garantias de ausência total dos ovos, pois os ambientes vizinhos se comunicam.

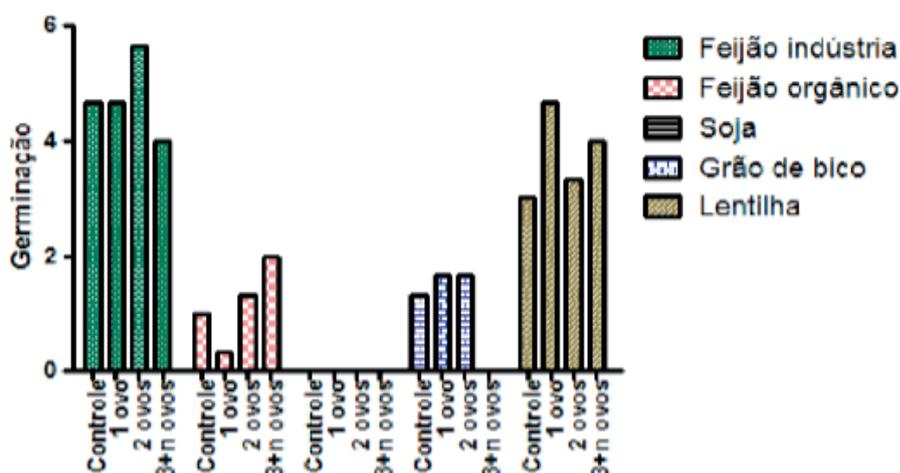


Figura 3. Índice germinativo de hospedeiros contendo ovos de *Z. subfasciatus*. Teste one-way ANOVA, $p < 0.05$ com comparação entre todas as colunas, (interação entre colunas $p < 0.9967$, variação germinativa $p < 0.9655$). O gráfico representa que as variedades responderam de formas diferentes na sua germinação.



Figura 4. Plântulas de feijão proveniente de cultivo convencional, com diferentes níveis de predação. A-controle; B-1 ovo; C-2 ovos; D 3+n ovos.

Observou-se que a lentilha apresenta um padrão de germinação e desenvolvimento independentemente da quantidade de ovos sobre as sementes, possivelmente, se deve à inviabilidade do inseto em se desenvolver nesta variedade, não provocando danos no endosperma (observação pessoal) o que explica a pouca influência da predação no desenvolvimento da planta. De acordo com dados do Atlas de Insetos e ácaros de grãos armazenados a lentilha é utilizada por bruquídeos como o *Callosobruchus maculatus* e *Acanthoscelides obtectus*, que também usam o feijão como hospedeiro, entretanto não há relatos da utilização da mesma por *Z. subfasciatus*.

A soja (*G. max*) não germinou em nenhuma das condições. Acreditamos que por ser um grão comercial, possivelmente deve ser transgênico (não havia este indicativo no Mercado onde foi adquirida) e as técnicas de melhoramento genético tendem a causar silenciamento gênico e dificultar o desenvolvimento de variedades comerciais geneticamente estáveis (SANTOS, 2012).

Diferentemente do feijão que germinou em todas as categorias, o grão de bico não apresentou germinação em grãos com 3 ou mais ovos. Quando a predação é menor, ele germina. Isto pode ser uma consequência do tamanho dos adultos neste hospedeiro, que é bem maior (TEIXEIRA; ZUCOLOTO, 2003), o que pode indicar que na fase larval este consome grande quantidade de endosperma, influenciando significativamente na germinação do grão com quantidades elevadas de ovos.

4 | CONCLUSÕES

As fêmeas de *Z. subfasciatus* possuem uma hierarquia no comportamento de escolha por diferentes hospedeiros, que pode estar relacionada a sinais químicos. Após ovipositados, com exceção da lentilha e soja (inviáveis) os índices de germinação e desenvolvimento das plantas diminuem drasticamente com 3 ou mais ovos, acarretando em perda de qualidade e até inviabilidade das sementes predadas.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, F. R.; YOKOYAMA, M.; PEREIRA, P. A. A.; ZIMMERMANN, F. J. P. **Danos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em linhagens de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) contendo arcelina.** An. Soc. Entomol. Bras. vol.29 no.1 Londrina Mar. 2000
- BONET, A.; LEROI, B.; BIEMONT, J. C.; PEREZ, G.; PICHARD, B. **Has the *Acanthocelides obtectus* group evolved in the original zone of its plants (*Phaseolus* L.)?** In: Insects- plantes. Eds Labeyrie, Fabres and Lachaise, p 378-390. 1987.
- CARVALHO, R. P. L.; ROSSETO, J. C. **Biologia de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann) (Coleoptera: Bruchidae).** Ver. Brasil.Entomol. 13 (1): 105-117. 1968.
- CHAVES, M. O.; BASSINELLO, P. Z. **O feijão na alimentação humana.** In: GONZAGA, A. C de O. (Ed). Feijão: o produtor pergunta, a Embrapa responde.2.ed.rev.e atual. Brasília, DF: Embrapa, 2014,p 15-23
- COÊLHO, J. D. **Produção de grãos- Feijão, Milho e Soja.** Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste – ETENE Ano 3 , Nº 33 , Junho/ 2018.
- CREDLAND, P. F.; DENDY, J. **Intraespecific variation in bionomic caracteres of the Mexican bean weevil, *Zabrotes subfasciatus*.** Entomologia Experimentalis et Applicata. V 65:39-47, 1992.
- FERNANDES, R. C. O.; GUERRA, J. G. M; ARAÚJO, A. P. **Desempenho de cultivares de feijoeiro comum em sistema orgânico de produção.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.50, n.9, p.797-806, set. 2015.
- FERREIRA, A. M. **Subsídios para o estudo de uma praga de feijão (*Zabrotes subfasciatus* Boh. Coleoptera; Bruchidae) dos climas tropicais.** São Paulo G. de Orta, 1960.
- GULLAN, P.J; CRANSTON, P. S. **Insetos: Fundamentos da Entomologia.** 5. Ed. Rio de Janeiro: Roca,2017. 460p.
- HOFFMEISTER, T. S.; ROHLFS, M. **Aggregative egg distribution may promote species coexistence – but why do they exist?** Evol.Ecol.Res. 3 (1): 37-50. 2001.
- HOPKINS, M. J. G. **Unusual diversities of seed beetles (Coleoptera: Bruchidae) on *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae) in Brazil.** Biological Journal of the Linnean Society, 19: 329–338. 1983.
- JANZEN, D. H. . **The ecology and evolutionary biology of seed chemistry as relates to seed predation, p. 163-206.** In J.B. Harbone (ed.), **Biochemical aspects of plant and animal coevolution.** London, Academic Press, 435p. 1978.
- JOHNSON, C. D. **Adaptative radiation of *Acanthocelides* in seeds: examples of legume-bruchid interactions.** In C.H. Stirton & J.L. Zarucchi (eds.), **Advances in legume biology. Monogr.**

Syst. Bot. 29: 747-779. 1989.

Joachim-Bravo L. S.; Zucoloto, F. S. **Oviposition preference in *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae): influence of rearing diet.** Iheringia Ser Zool 82: 133-140. 1997.

JOHNSON, C. D.; ROMERO, J. **A review of evolution of oviposition guilds in the Bruchidae (Coleoptera).** Revista Brasileira de Entomologia, Curitiba, 48 (3): 404-408. 2004.

JUNIOR, J. B. Ferraz de Menezes. **O feijão comum.** Revista de instituto Adolfo Lutz; 1960.

MARIANI, C. M; HENKES, J. A. **Agricultura orgânica x agricultura convencional soluções para minimizar o uso de insumos industrializados.** R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 3, n. 2, p. 315 - 338, out. 2014/mar. 2015.

MEIK, J, DOBIE, P. **The ability of *Zabrotes subfasciatus* Boh. (Coleoptera, Bruchidae) to attack cowpeas.** Entomol Exp Appl 42: 151-158. 1986.

PIMBERT, M.; JARRY, M. **A non-parametric description of the oviposition pattern of *Zabrotes subfasciatus* inside pods of a wild, *Phaseolus lunatus*, and a cultivated host plant, *Phaseolus vulgaris*.** Insect.Sci. Appl.9:113-116. 1988.

SANTOS, R. B. dos. **Embriogênese somática e transformação genética de soja via biobalística.** 2012. xii, 60 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, 2012.

SILVA, H. T.; COSTA, A. O. **Caracterização botânica de espécies silvestres do gênero *Phaseolus* L. (Leguminosae).** Santo Antônio de Goiás: EmbrapaCNPAP, 40p. (Documentos, 156). 2003.

SINGH, S. P. **Broadening the genetic base of common bean cultivars: a review.** Crop Science, Madison, 41 (6):1659-1675. 2001.

SINGER, M. C. **The definition and measurement of oviposition preference in plant feeding insects and insect-plant interactions.** Ed.J.R Miller and T.A.Miller, Spring- Verlag, NY. 1986.

SOARES, A. G. **Consumo e qualidade nutritiva. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5, Goiânia. Anais... Goiânia: UFGO, 1996. v. 2, p. 73- 79. 1996.**

SOUTHGATE, B. J. **Biology of Bruchidae.** Annual Review of Entomology, v. 24, p. 449-473, 1979.

SOUSA A. A; AZEVEDO, E; LIMA, E. E.; SILVA, A. P. F. **Alimentos orgânicos e saúde humana: estudo sobre as controvérsias.** Rev Panam Salud Publica. 31(6):513-7. 2012

SPERANDIO, L. A. A; ZUCOLOTO, F. S. **Oviposition behavior of wild *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera, Chrysomelidae) females deprived of the host *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae).** Iheringia, Sér. Zool. vol.99 no.4 Porto Alegre Dec. 2009.

TEIXEIRA, I. R. V.; ZUCOLOTO, F. S. **Seed suitability and oviposition behaviour of wild and selected populations of *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera, Bruchidae) on different hosts.** Journal of Stored Products Research 39:131-140. 2003.

TEIXEIRA, I. R. V., BARCHUK, A. R., MEDEIROS, L. and ZUCOLOTO, F. S. **Females of the weevil *Zabrotes subfasciatus* manipulate the size and number of eggs according to the host seed availability.** Physiological Entomology, 34: 246-250. 2009.

TEIXEIRA, I. R. V., BARCHUK, ZUCOLOTO, **Host preference of the bean weevil *Zabrotes subfasciatus*.** INSECT SCIENCE, v.15, n.4, p.335-341, 2008.

TEIXEIRA, I. R. V., BEIJO, L.A., BARCHUK, A.R. **Behavioral and physiological responses of the bean weevil *Zabrotes subfasciatus* to intraspecific competition.** Journal of Stored Products Research 69:51-57. 2016.

TEIXEIRA, I. R. V. **Efeitos de diferentes níveis de competição através das gerações em uma população de *Zabrotes subfasciatus* (Coleóptera, Bruchidae).** 87 f. Tese (Doutorado em Entomologia) –Universidade de São Paulo, São Paulo. 2002.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Estudo dos insetos.** Tradução da 7a edição de **Borror and Delong's introduction to the study of insects.** Cengage Learning, São Paulo, 809 p. 2015.

UMEYA, K. **Studies on the comparative ecology of bean weevils. I. On the egg distribution and the oviposition behaviors of three species of bean weevils infesting adzuki bean.** Res.Bull.Plant. Prot.Serv.Japan 3 :1-11.1966.

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO UMBUZEIRO COM ENRAIZADORES ALTERNATIVOS

Data de Aceite: 03/01/2020

Antônio Gabriel Ataíde Soares

Universidade Federal do Piauí (UFPI),
Bom Jesus - PI.

Ruthanna Isabelle de Oliveira

Universidade Federal do Piauí (UFPI),
Bom Jesus - PI.

Laila Sabrina Queiroz Nazareno

Universidade Federal do Piauí (UFPI),
Bom Jesus - PI.

Nemilda Pereira Soares

Universidade Federal do Piauí (UFPI),
Bom Jesus - PI.

Ana Karolina de Oliveira Sá Acevedo

Universidade Federal do Piauí (UFPI),
Bom Jesus - PI.

Thamyres Yara Lima Evangelista

Universidade Federal do Piauí (UFPI),
Bom Jesus - PI.

Gustavo Alves Pereira

Universidade Federal do Piauí (UFPI),
Bom Jesus - PI.

RESUMO: A utilização de auxinas sintéticas, como o AIB (ácido indol-h-butírico), para a produção de mudas na cultura do umbuzeiro no processo de propagação por estaquia é uma maneira de garantir a eficiência desta técnica,

já que esta cultura por ser semi-domesticada apresenta dificuldade em sua propagação, bem como o custo elevado desses fito hormônios limitam a produção de mudas por estaquia e a instalação de pomares comerciais. Objetivou-se neste trabalho indicar um enraizador alternativo, que consiga ser igual ou superior ao AIB para produção de mudas por estaquia com o intuito de diminuir os custos na produção de mudas. O delineamento experimental adotado foi 4 blocos, sendo cinco tratamentos (AIB, extrato de feijão, extrato de milho, extrato de lentilha, água). Avaliou-se o crescimento vegetativo da planta, com as variáveis número de brotos, número de folhas, e clorofila total. Os tratamentos diferiram da testemunha e igualaram-se a auxina sintética tanto para o número de brotos quanto para o número de folhas, enquanto o teor de clorofila total apresentou-se superior no AIB, comparado a todos os enraizadores alternativos, bem como a testemunha.

PALAVRAS-CHAVE: Spondias tuberosa L., extratos alternativos, propagação vegetativa.

VEGETATIVE PROPAGATION OF UMBUZEIRO WITH ALTERNATIVE ROOTERS

ABSTRACT: The use of synthetic auxins, such as IBA (indol-h-butyric acid), for the production of seedlings in umbuzeiro crop in the propagation process by cuttings is a way to guarantee the

efficiency of this technique, since this culture can be semi-manifested presents difficulty in propagation, and the high cost of these phytohormones limit cuttings production and the establishment of commercial orchards. The objective of this work was to indicate an alternative rooster that can be equal to or higher than the IBA for cuttings production in order to reduce the costs of seedlings production. The experimental design was 4 blocks, five treatments (IBA, bean extract, corn extract, lentil extract, water). The vegetative growth of the plant was evaluated, with the variables number of shoots, number of leaves, and total chlorophyll. The treatments differed from the control and the synthetic auxin was equal for both the number of shoots and the number of leaves, while the total chlorophyll content was higher in IBA, compared to all alternative roots, as well as the control.

KEYWORDS: *Spondias tuberosa* L., alternative extracts, vegetative propagation.

1 | INTRODUÇÃO

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* L.), da família Anacardiaceae e pertencente ao gênero *Spondias*, é caracterizado como alimento nobre para a população do semiárido brasileiro, onde é comercializado em feiras livres, sendo grande precursor do sustento de muitas famílias dessa região por meio do extrativismo, em razão principal da falta de conhecimento do potencial produtivo da espécie (CARVALHO, 2002).

O umbuzeiro, presente em todo nordeste brasileiro e no norte de Minas Gerais, é uma planta rústica, que apresenta grande adaptação a seca, com produtividade relevante de frutos, tornando-se assim uma espécie requerida quando se trata deste sistema. Os estudos com plantas nativas do semiárido brasileiro, são poucos e relacionado apenas para progresso extrativista (DRUMOND et al., 2016).

O umbuzeiro propagado por via sexuada apresenta baixa taxa de germinação por conta da semente apresentar grande lignificação na sua camada tegumentosa e por possuir um endocarpo resistente a perfuração para a emissão da radícula (SILVA e SILVA, 1974), sendo as mesmas principalmente influenciadas pelo tempo de armazenamento (ARAUJO et al., 2001). O método propagativo da estaquia é baseado na totipotência das estacas e na diferenciação das células vegetais (HARTMANN et al., 2002). Para propagar vegetativamente, basta destacar qualquer parte da planta-matriz obtendo-se a regeneração da parte ou partes que estão faltando, a fim de formar uma planta nova, completa e sadia (JANICK, 1966).

O umbuzeiro pode apresentar dificuldade de enraizamento, envolvendo fatores externos como condições edafoclimáticas, qualidade do substrato utilizado, eficiência de irrigação, tão quanto fatores internos como qualidade de estacas e nutrição mineral da planta matriz (BIASI e DE BONA, 2000). O melhor desenvolvimento radicular, proporcionado por fitohormônios é uma atividade bastante utilizada, facilitando o processo produtivo de mudas oriundas da estaquia (FACHINELLO et al., 1995). Pela alta estabilidade, e por também ser encontrado na planta de forma natural, o AIB (ácido

indol-h-butírico), pela boa localização e ser pouco tóxico tornou-se uma das auxinas sintéticas mais utilizadas (PAIVA e GOMES, 2001). No entanto, o alto custo dos fitohormônios no mercado, traz um empecilho na produção de mudas, principalmente, para pequenos produtores.

Diante do potencial produtivo do fruto do umbuzeiro, e no possível incentivo à criação de pomares produtivos desta espécie, este trabalho tem como objetivo de indicar um enraizador alternativo, que consiga ser igual ou superior ao AIB para produção de mudas por estaquia, a fim de diminuir os custos da produção.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em telado com 50% de luminosidade, pertencente ao Grupo de Pesquisa em Fruticultura - FRUTAGRO, da Universidade Federal do Piauí - UFPI, Campus Professora Cinobelina Elvas (CPCE), no município de Bom Jesus-PI, localizado a altitude de 287 m, nas coordenadas geográficas 09°04'59,9" de latitude Sul e 44°19'36,8" de longitude Oeste.

As estacas foram coletadas na UFPI/CPCE, mais precisamente no clube da ADUFPI (Associação dos Docentes da UFPI), ao entardecer, sendo a coleta realizada de uma única planta matriz (Figura 1A e 1B), a fim de homogeneizar o experimento.



Figura 1. Planta matriz de umbuzeiro (A) e frutos (B) na Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus-PI.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos constituídos pelos indutores de enraizamento (T1 – AIB, T2 – extrato de feijão, T3 – extrato de milho, T4 – extrato de lentilha e T5- água), com quatro blocos e doze repetições por tratamento.

Para a produção dos extratos de milho, lentilha e feijão foram pesadas 100g de sementes e colocadas para germinar em um recipiente, tendo-se cuidado de mantê-las úmidas para tornar possível o processo germinativo. Após a emissão da radícula e hipocótilo, as mesmas foram acrescidas de 200ml de água e trituradas em liquidificador, seguida pela filtração em coador de pano limpo (Figura 2) e diluído em 1 litro de água.



Figura 2. Preparo dos extratos vegetais alternativos (milho, lentilha e feijão).

A produção de mudas de *Spondias* foi realizada de acordo com SOUZA e COSTA (2010), onde as estacas foram retiradas de ramos de plantas adultas, no fim do ciclo vegetativo, contendo 25 cm de comprimento e 2 de diâmetro. Em seguida foram ser mergulhadas em solução de hipoclorito de sódio à 0,5% com duração máxima de 4 minutos.

Foram realizados dois cortes em bisele, um no ápice e outro na parte basal da estaca a fim de evitar o acúmulo de água após o plantio, consequentemente o desenvolvimento de patógenos e aumentar a área de contato com o extrato, facilitando assim o enraizamento. As mesmas foram imersas por um minuto em seus respectivos extratos de sementes (lentilha, milho e feijão), AIB (1.000 mg L⁻¹), e testemunha (superfície basal da estaca imersa em água) (Figura 3A), seguidos pelo plantio em sacos de polietileno de 210 cm², preenchido com substrato comercial a base de bagaço de cana misturado com areia na proporção de 1:2 (Figura 3B).



Figura 3. Estacas imersas nos extratos vegetais alternativos (A) e plantio das estacas em telado (B) na Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus-PI.

Foram avaliados o número de brotações por meio de contagem visual (Figura 4A), teor de clorofila com auxílio do clorofilômetro da marca Falker, bem como o número de folhas presentes em cada estaca por meio de contagem visual (Figura 4B). Os dados obtidos submeteram-se a análise de variância (ANAVA) pelo teste F a 5% de probabilidade, e quando verificado efeito significativo dos tratamentos foi feita a comparação de médias pelo teste de Tukey, utilizando o software R.



Figura 4. Estaca com emissão de brotos (A) e estaca com folhas (B) em mudas de umbuzeiro na Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus-PI.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização do AIB, juntamente com os outros enraizadores alternativos não demonstrou efeito significativo pelo teste F, apresentando apenas diferenças visuais entre cada um deles, sendo o tratamento 4, o que mais se aproxima da auxina sintética. O difícil pegamento de algumas espécies pode ser explicado pelo fato de as estacas não possuírem reservas suficientes de cofatores de enraizamento requeridos a este processo (Herrera et al., 2004).

Segunda a análise de variância o número de brotos não sofreu influência significativa dos tratamentos (Tabela 1), isso devido, provavelmente, a não padronização das análises e o uso de estacas não padronizadas. Todavia segundo a análise descritiva o tratamento 4 ocasionou um maior número de brotações. Isso demonstra a necessidade de se testar diferentes concentrações do enraizador alternativo.

Tratamento	Bloco	Nº de Broto
T1	B1	0,75
T1	B2	1,00
T1	B3	1,50
T1	B4	0,83
T2	B1	0,75

T2	B2	0,83
T2	B3	1,42
T2	B4	0,83
T3	B1	0,92
T3	B2	1,25
T3	B3	0,58
T3	B4	1,42
T4	B1	2,08
T4	B2	0,83
T4	B3	1,00
T4	B4	1,17
T5	B1	0,83
T5	B2	0,67
T5	B3	1,25
T5	B4	1,42
Níveis		Médias
T1		1,0200
T2		0,9575
T3		1,0425
T4		1,2700
T5		1,0425

Tabela 1. Síntese da análise de variância e suas médias correlacionado com o número de brotações em função dos enraizadores, Bom Jesus PI, 2018.

A variável número de folhas (Tabela 2) não sofreu influência significativa das fontes de variação tratamentos 1, 2, 3, 4, 5, AIB, feijão, milho, lentilha e água respectivamente, de acordo com a análise de variância. No entanto, de acordo com análise descritiva, os tratamentos T1 e T4 resultaram em um maior número de folhas, isso devido a um melhor pegamento das estacas pelos enraizadores.

Tratamento	Bloco	Nº de Folhas
T1	B1	1,33
T1	B2	0,67
T1	B3	0,25
T1	B4	0,25
T2	B1	0,17
T2	B2	0,17
T2	B3	0,50
T2	B4	0,33
T3	B1	0,92
T3	B2	0,25
T3	B3	0,42
T3	B4	0,75
T4	B1	0,75
T4	B2	0,83
T4	B3	0,25

T4	B4	0,67
T5	B1	0,67
T5	B2	0,33
T5	B3	0,25
T5	B4	1,00
Níveis	Médias	
T1	0,6250	
T2	0,2925	
T3	0,5850	
T4	0,6250	
T5	0,5625	

Tabela 2. Síntese da análise de variância e suas médias correlacionado com o número de folhas em função dos enraizadores, Bom Jesus PI, 2018

Descritivamente, os tratamentos T1 e T2 demonstraram uma maior quantidade de clorofila total (figura 5), gerando uma maior intensidade fotossintética, enquanto que o tratamento T4 demonstrou um menor teor de clorofila total. Isso pode ser explicado, para T1, pela quantidade superior de folhas.

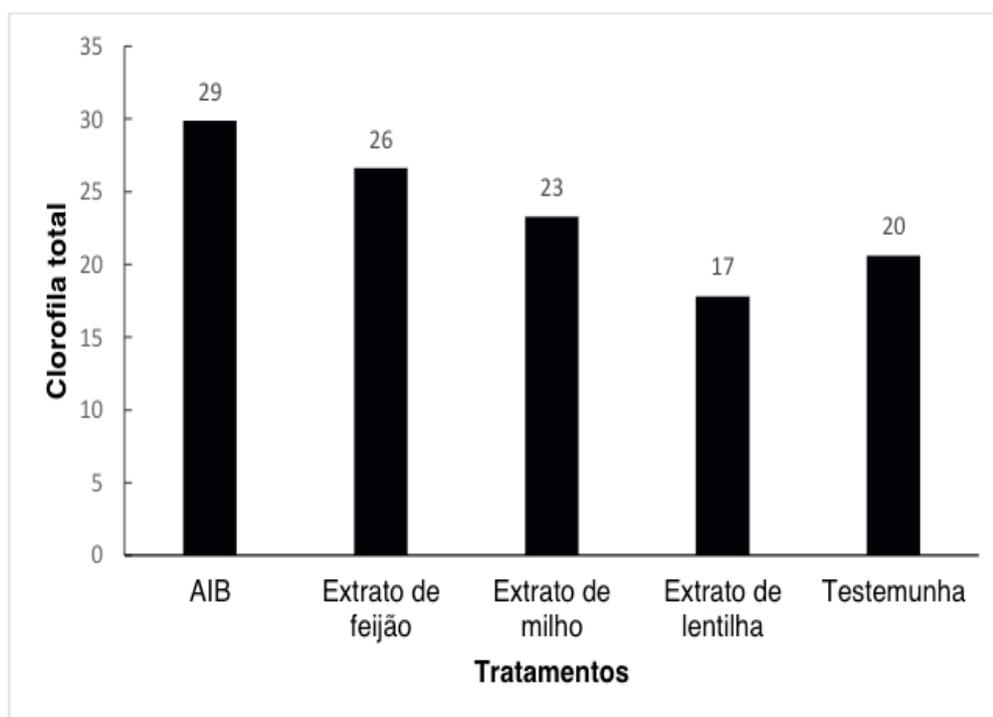


Figura 5. Índice de clorofila total em mudas de umbuzeiro em função dos enraizadores.

O uso de AIB promove efeito significativo na propagação vegetativa de várias espécies frutíferas (DUTRA et al,1998), o que comprova os altos índices de enfolhamento nas estacas, juntamente ao tratamento 4 (extrato de lentilha), que se assemelha a essa auxina, contudo apresentando resultado superior em relação ao número de brotações.

Apresentam-se poucos trabalhos sobre estaquia em Spondias com a utilização

de AIB para produção de mudas a partir da estaquia, justificando-se assim que esta família apresenta em geral uma dificuldade de enraizamento.

4 | CONCLUSÃO

O tratamento de extrato de lentilha obteve número de brotos e enfolhamento igual ou superior comparado à auxina sintética.

É recomendável a repetição do experimento, a fim de que se obtenha uma maior precisão dos dados, utilizando sempre os mesmos avaliadores com intuito de diminuir a discrepância dos dados e observar o comportamento desta espécie em outras épocas.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, F. P. de; SANTOS, C. A. F.; CAVALCANTI, N. de B.; RESENDE, G. M. de. **Influência do período de armazenamento das sementes de umbuzeiro na sua germinação e no desenvolvimento da plântula.** Revista Brasileira de Armazenamento, v. 26, n. 2, p.36-39,2001.
- BIASI, L. A.; DE BONA, C. M. **Propagação de carqueja (*Baccharis trimera* (Less.) A.P. de Candolle) por meio de Estaquia.** Rev. Bras. Plantas Med. Botucatu, v.2, n.2, p.37-43, abr.2000
- CARVALHO, L. F. M. **Fibras da palha de carnaúba: caracterização térmica e aplicação em compósitos.** 1v. 58p. Mestrado. FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO PIAUÍ – QUÍMICA. 2002.
- DRUMOND, M. A.; AIDAR, S. de T.; NASCIMENTO, C. E. de S.; OLIVEIRA, V. R. de. **Umbuzeiro: avanços e perspectivas** – Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016.
- DUTRA, L. F.; TONIETTO, A.; KERSTEN, E. **Efeito da aplicação prévia de ethephon em ameixeira (*Prunus salicina* Lindl) e do IBA no enraizamento de suas estacas.** Scientia Agrícola, Piracicaba, v. 55, n. 2, p. 296- 304, 1998.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.;KERSTEN, E.; FORTES, G. R. de L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado.** Pelotas: Editora e Gráfica UFPel,1995. 179p.
- JANICK, J. **A ciência da agricultura.** Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1966. 485p.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E; DAVES JR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices.** 7.ed. New York: Englewood Clippis, 2002. 880p.
- HERRERA, T. I.; ONO, E. O.; LEAL, F. P. **Efeitos de auxina e boro no enraizamento adventício de estacas caulinares de louro (*Laurus nobilis* L.).** Biotemas, v. 17, n. 1, p. 65-77, 2004.
- PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. (Série Cadernos Didáticos, 83).
- SILVA, A. Q. da; SILVA, A. da. **Observações morfológicas e fisiológicas sobre *Spondias tuberosa*** Arr. Câm. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 25., 1974, Mossoró. Anais ... Recife: Sociedade Botânica do Brasil, 1974. p.5-15.
- SOUZA, F. X.; COSTA, J. T. A. **Produção de mudas das *Spondias*: cajazeira, cajaraneira, cirigueleira, umbu-cajazeira e umbuzeiro.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2010. 26p.

INFLUÊNCIA DE REGULADORES VEGETAIS NO DESENVOLVIMENTO REPRODUTIVO DE PLANTAS DE SOJA

Data de Aceite: 03/01/2020

Marcelo Ferraz de Campos

Instituto Agrônômico (IAC) - Centro de cana, APTA
- SAA,
Ribeirão Preto - SP.

Elizabeth Orika Ono

Universidade Estadual Paulista (UNESP)
- Departamento de Botânica, Instituto de
Biociências,
Botucatu - SP.

RESUMO: O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências de Botucatu - UNESP, em vasos de 10 litros com terra corrigida e adubada, conforme a análise do solo, sendo estudada a influência de reguladores vegetais sobre o desenvolvimento das plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com três repetições e sete tratamentos (testemunha; GA₃ 100 mg L⁻¹; BAP 100 mg L⁻¹; IBA 100 mg L⁻¹; Stimulate® (IBA+GA₃+Cinetina) 20 mL L⁻¹; cloreto de mepiquat 100 mg L⁻¹ e cloreto de mepiquat 100 mg L⁻¹+BAP 100 mg L⁻¹+IBA 100 mg L⁻¹). Os tratamentos foram aplicados três vezes a cada 30 dias em pulverização foliar. Foram

realizadas seis coletas a cada 13 dias, onde folhas, flores e vagens foram contadas, a área foliar determinada e a massa de matéria seca das vagens avaliada. O tratamento com GA₃ promoveu aumento no número de folhas e flores, a partir dos 86 dias de plantio e o tratamento com cloreto de mepiquat apresentou número de folhas e área foliar superior à testemunha no período entre 73 e 112 dias após o plantio. Plantas tratadas com (IBA+GA₃+Cinetina), apresentaram tendência de aumento da área foliar, mesmo após a produção de vagens. Todos os tratamentos apresentaram maior número de flores que a testemunha durante o período, todavia esses dados não se correlacionaram com o número de vagens e nem com a sua matéria seca.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*, flores, vagens, área foliar, biorreguladores.

PLANT GROWTH REGULATOR INFLUENCE ON THE REPRODUCTIVE DEVELOPMENT OF SOYBEAN PLANT

ABSTRACT: The experiment was undertaken in green house at the Botany Department, Bioscience Institute, Sao Paulo State University –UNESP, Botucatu, Sao Paulo State, Brazil. The pots of 10-liter each were filled with soil fertilized and balanced according to the soil analysis, for the study regarding the plant growth regulator influence on the reproductive development of

soybean plant (*Glycine max* (L.) Merrill). The experiment were conducted using the completely randomized block design with three repetitions and seven treatments (control; GA₃ 100 mg L⁻¹; BAP 100 mg L⁻¹; IBA 100 mg L⁻¹; Stimulate® (IBA + GA₃ + kinetin) 20 mL L⁻¹; mepiquat chloride 100 mg L⁻¹ and mepiquat chloride 100 mg L⁻¹ + BAP 100 mg L⁻¹ + IBA 100 mg L⁻¹). The treatments were applied three times every 30 days through leaf pulverization. There were performed six harvests every 13 days; leaves, flowers, and pods were counted; there was determined the leaf area and the leaf dry matter was also assessed. The GA₃ treatment promoted the increase of the leaf and flower numbers from the 86th day after sow; the mepiquat chloride treatment has presented

the number of leaves and the leaf area higher to the control in a period of 73 and 112 days after sow. The plants treated with the (IBA + GA₃ + kinetin) have presented a tendency of leaf area increase, even after the production of pods. All treatments have presented higher number of flowers than the control during the period. However, these data were not correlated to the number of pods nor with their dry matter.

KEYWORDS: *Glycine max*, flowers, pods, leaf area, plant growth regulators.

1 | INTRODUÇÃO

Vários hormônios vegetais podem exercer influência no florescimento e na produção de frutos nos vegetais. Segundo Raven et al. (2001), a giberelina pode provocar a formação do escapo floral e afetar o desenvolvimento dos frutos sendo essa formação provocada por um aumento tanto no número de células quanto no alongamento celular.

Os frutos em desenvolvimento constituem a fonte mais rica em substâncias de crescimento nos vegetais. Citocininas livres são identificadas e em alguns casos a concentração endógena pode ser correlacionada com a intensidade de divisão celular. No que diz respeito a giberelinas existe boa correlação entre a intensidade de crescimento das sementes e a atividade das giberelinas, como por exemplo em *Phaseolus vulgaris*, *Pisum sativum*, *Citrus sinensis*, etc. A fonte mais rica de auxina nos frutos são as sementes, todavia, o desenvolvimento da atividade auxínica nos frutos não é totalmente dependente da presença de sementes, já que nos frutos partenocárpicos a atividade auxínica é similar a encontrada nos frutos com sementes (Coll et al., 2001).

Diethelm et al. (1988) verificaram que o conteúdo de auxinas na inflorescência de *Vicia faba* L. é incrementado 10 a 15 dias antes do acúmulo de matéria seca nas vagens novas, período coincidente com a abscisão das flores. Quanto a atividade da giberelina esta foi iniciada nos estádios de desenvolvimento dos frutos, sendo baixa durante o desenvolvimento das flores, aumentando rapidamente e, em paralelo, ao aumento de matéria seca de vagens.

A aplicação de reguladores vegetais tem provocado alterações notáveis no florescimento e na frutificação de muitas plantas. Este fato poderá ter excelentes

perspectivas práticas, onde, por exemplo, a alteração na época de florescimento pode modificar o valor comercial do produto (Castro, 1997).

Godoy & Cardoso (2004) induziram a partenocarpia em pepino através da aplicação de NAA sobre as flores por ocasião da antese, promovendo o pegamento e o desenvolvimento de frutos, substituindo o suprimento endógeno de auxina do ovário fertilizado para o desenvolvimento dos frutos.

Em feijão caupi tratado com reguladores vegetais, Lima (2000) observou que plantas tratadas com GA₃ tenderam a aumentar o número de folhas, enquanto que plantas tratadas com cloreto de mepiquat, apresentaram valores decrescentes de número de folhas.

A aplicação de Stimulate® (IBA + GA₃ + cinetina), em tratamento de sementes de feijoeiro na dose de 2,4 mL 0,5 kg⁻¹ de sementes, proporcionou aumento significativo de 24,8% na produção de vagens em comparação com a testemunha, o produto nesta concentração aumentou o número de drenos (vagens), aspecto positivo na produtividade (Vieira & Castro 2003).

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência dos reguladores vegetais sobre o desenvolvimento das folhas, número de flores e vagens e a correlação destes dados com a produção de matéria seca de vagens.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu (SP), no ano agrícola 2003/4. As plantas foram culticadas em vasos de 10 litros contendo, terra coletada da camada arável de solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (Embrapa, 1999).

A terra foi corrigida com 1 g dm⁻³ de calcário dolomítico, conforme as recomendações da análise química do solo, umedecida uma semana antes da adubação, para reação do mesmo. Após a correção da acidez a terra foi adubada com 20 mg dm³ de N; 200 mg dm⁻³ de P e 100 mg dm⁻³ de K⁺ e 10% do volume total do vaso com esterco de curral.

A cultivar de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) escolhida para a semeadura foi a BRS-184, decorrente do cruzamento 'FT Guaíra' x 'IAC-13-C', indicada para o estado de São Paulo e Paraná que apresenta bom crescimento e ramificação, boa resistência à doenças e é indicada para solos de média a alta fertilidade. As sementes foram tratadas com fungicida (N-triclorometiltio-4 cicloexano-1,2-decarboximida (Captan) 500 g kg⁻¹ e metil-1-(butilcarbamoil)-2-benzimidazol-carbamato (Benomil) 500 g kg⁻¹ nas doses 3g kg⁻¹ e 0,4 g kg⁻¹ de sementes, respectivamente) e inoculadas com turfa esterilizada com raios gama.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com três repetições e sete tratamentos com reguladores vegetais, giberelina, citocinina e auxina

isoladas ou em mistura e cloreto de mepiquat também isolado e em mistura com auxina e citocinina. Os respectivos tratamentos foram: T₁ - testemunha; T₂ - GA₃ a 100 mg L⁻¹; T₃ - BAP (benzilaminopurina) a 100 mg L⁻¹; T₄ - IBA (ácido indolilbutírico) a 100 mg L⁻¹; T₅ - Stimulate® (IBA + GA₃ + cinetina) a 20 mL L⁻¹; T₆ - Cloreto de mepiquat (Cl mep.) a 100 mg L⁻¹ e T₇ - Cl mep. a 100 mg L⁻¹ + BAP a 100 mg L⁻¹ + IBA a 100 mg L⁻¹.

Como fonte de giberelina foi utilizado o Pro-gibb®, contendo GA₃ (ácido giberélico) a 10%; Stimulate®, produto comercial contendo a mistura de IBA (ácido indolilbutírico) a 0,05 g L⁻¹, GA₃ (ácido giberélico) a 0,05 g L⁻¹ e cinetina a 0,09 g L⁻¹ e PIX®, produto comercial contendo cloreto de mepiquat a 5%.

Os tratamentos foram aplicados via pulverização foliar, com pulverizador de jato contínuo (Brudden 1,5 L) equipado com bico cônico, ao longo do ciclo da cultura aos 43, 74 e 105 dias após o plantio. As coletas de material foram realizadas em 6 épocas distintas, a cada 13 dias, 60, 73, 86, 99, 112 e 125 dias após o plantio.

A cada coleta das plantas foram quantificados o número de folhas, flores e vagens. As folhas foram submetidas à determinação da área foliar (cm²) através do Area meter modelo LI-3100 da Li-cor. As vagens foram pesadas e secas a 60° C em estufa de circulação forçada de ar e sua massa seca (gramas) determinada em balança semi-analítica Sartorius.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (teste F) e ajustados a um modelo matemático de análise de regressão para cada tratamento.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises permitem verificar a influência dos reguladores vegetais na diferenciação e no crescimento de folhas, flores e frutos de plantas de soja.

Na Figura 1 observa-se acréscimo no número de folhas a partir de 86 dias do plantio no tratamento com GA₃. Castro et al. (1990) observaram em feijão 'Carioca' aos 14 e 21 dias após a aplicação de giberelina a 50 mg L⁻¹, aumento no número de folhas. Os tratamentos com IBA, Stimulate® (IBA + GA₃ + cinetina) e cloreto de mepiquat + IBA + BAP a partir dos 86 dias do plantio tiveram o número de folhas reduzido.

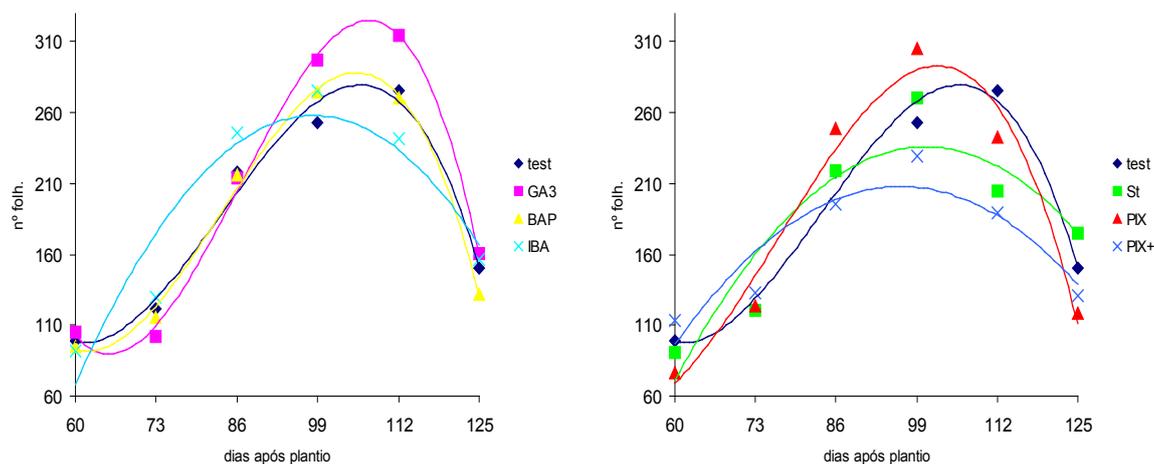


Figura 1. Número de folhas por planta de soja, em função dos tratamentos: (A) Testemunha, GA₃, BAP (benzilaminopurina) e IBA (ácido indolilbutírico); (B) Testemunha, Stimulate® (IBA + GA₃ + cinetina), PIX® (cloreto de mepiquat) e PIX®+ (cloreto de mepiquat + BAP + IBA).

O tratamento com cloreto de mepiquat teve o número de folhas superior à testemunha nos períodos entre 73 e 112 dias após o plantio. A aplicação de BAP sozinho não influenciou significativamente na quantidade de folhas em plantas de soja. Em cultura de tecidos a aplicação de BAP proporcionou maior número de folhas em gloxínia (Araújo et al., 2004). Apesar do número de folhas ser uma característica genética, este trabalho mostra que a aplicação de reguladores vegetais pode alterar, aumentando ou diminuindo, esta característica (Tabela 1).

Tratamento	Modelo (Função ajustada)	R ²
Testemunha	$\hat{y} = 2044,635 - 78,905x + 1,018x^2 - 0,00406x^3$	0,817
GA ₃	$\hat{y} = 3639,662 - 136,177x + 1,675x^2 - 0,00647x^3$	0,863
BAP	$\hat{y} = 2410,412 - 93,304x + 1,198x^2 - 0,00478x^3$	0,922
IBA	$\hat{y} = -986,735 + 25,310x - 0,129x^2$	0,698
GA ₃ + IBA + cinetina	$\hat{y} = -625,451 + 16,981x - 0,0809x^2$	0,666
Cloreto de mepiquat	$\hat{y} = 1240,863 - 56,031x + 0,823x^2 - 0,00358x^3$	0,896
Cloreto de mepiquat + BAP + IBA	$\hat{y} = -575,128 - 16,257x - 0,0844x^2$	0,554

Tabela 1. Modelo da função ajustada e R² dos tratamentos referentes ao número de folhas por planta em função dos tratamentos com reguladores vegetais.

A área foliar apresentou aumento linear acompanhando as épocas de coletas e o ciclo da cultura (Figura 2). Os tratamentos com GA₃, BAP e cloreto de mepiquat + BAP + IBA apresentaram área foliar inferior à testemunha durante todo ciclo da planta e o tratamento com IBA comportou-se semelhante à testemunha. Já o produto comercial Stimulate® mostrou aumento expressivo da área foliar aos 86 e 112 dias após o plantio, logo após a aplicação dos tratamentos, executadas aos 74 e 105 dias após o plantio.

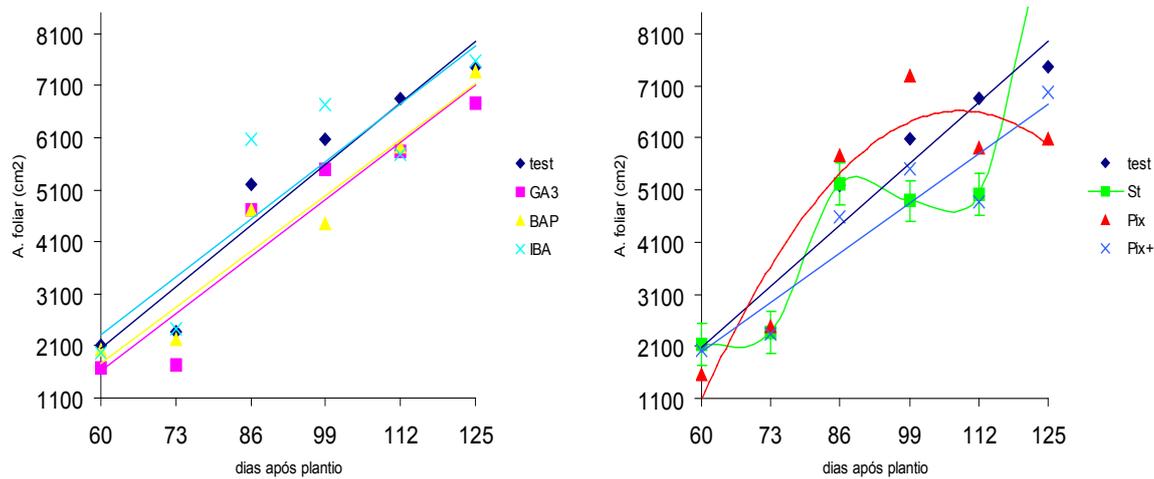


Figura 2. Área foliar por planta de soja (cm²), em função dos tratamentos: (A) Testemunha, GA₃, BAP (benzilaminopurina) e IBA (ácido indolilbutírico); (B) Testemunha, Stimulate[®] (IBA + GA₃ + cinetina), PIX[®] (cloreto de mepiquat) e PIX[®]+ (cloreto de mepiquat + BAP + IBA).

A área foliar foi superior a testemunha com a aplicação de cloreto de mepiquat entre o intervalo de 73 e 112 dias após a implantação da cultura. Castro (1981) observou alta variação na área foliar em plantas de soja tratadas com IAA e GA₃ a 100 mg L⁻¹ antes da floração, nesses tratamentos o autor verificou, área foliar superior à testemunha. A testemunha e os tratamentos com GA₃, BAP, IBA e cloreto de mepiquat + BAP + IBA apresentaram aumento na área foliar até o final do ciclo da cultura, já o tratamento com cloreto de mepiquat sozinho apresentou queda após 99 dias do plantio (Tabela 2).

Tratamento	Modelo (Função ajustada)	R ²
Testemunha	$\hat{y} = -3367,530 + 90,572x$	0,739
GA ₃	$\hat{y} = -3437,835 + 84,460x$	0,841
BAP	$\hat{y} = -3196,685 + 82,736x$	0,763
IBA	$\hat{y} = -2807,469 + 85,399x$	0,731
Cloreto de mepiquat	$\hat{y} = -21143,155 + 511,644x - 2,358x^2$	0,779
Cloreto de mepiquat + BAP + IBA	$\hat{y} = -2385,386 + 73,122x$	0,652

Tabela 2. Modelo da função ajustada e R² dos tratamentos referentes à área foliar em função dos tratamentos com reguladores vegetais.

A Figura 3 apresenta o número de flores por planta de soja em função dos reguladores vegetais. O florescimento apresentou pico na coleta realizada aos 86 dias após o plantio nos tratamentos com BAP, IBA, cloreto de mepiquat, cloreto de mepiquat + BAP + IBA e na testemunha, entretanto, todos os tratamentos apresentaram número de flores superior ao tratamento controle.

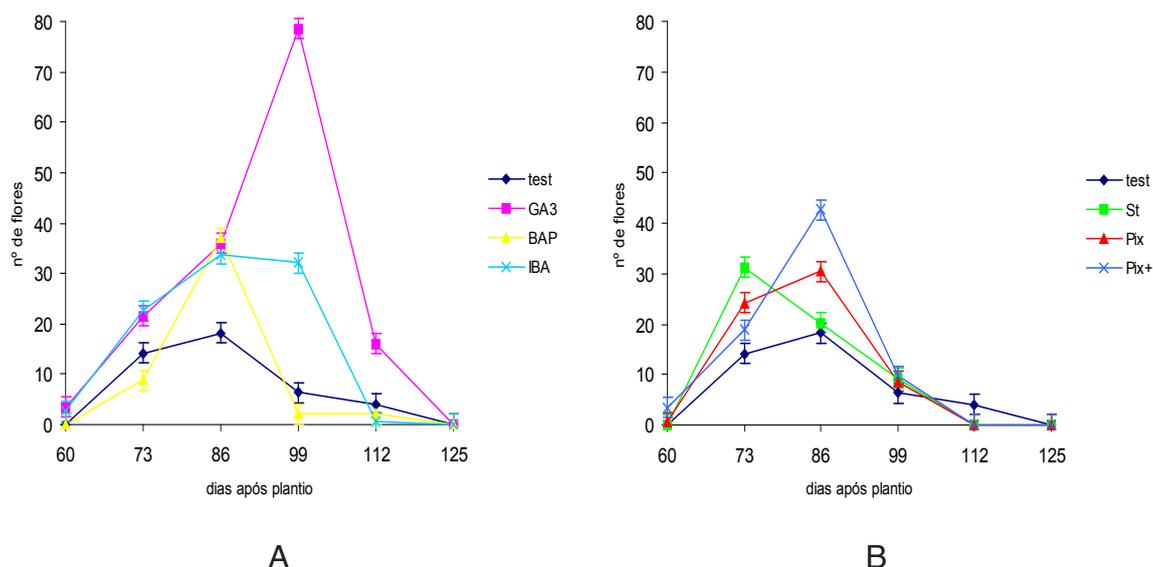


Figura 3. Número de flores por planta de soja, em função dos tratamentos: (A) Testemunha, GA₃, BAP (benzilaminopurina) e IBA (ácido indolilbutírico); (B) Testemunha, Stimulate® (IBA + GA₃ + cinetina), PIX® (cloreto de mepiquat) e PIX®+ (cloreto de mepiquat + BAP + IBA).

O tratamento com GA₃ apresentou o maior número de flores, mas teve seu pico atrasado aos 99 dias após o plantio. A aplicação do produto comercial Stimulate®, por sua vez, adiantou o pico de florescimento para 73 dias após o plantio, o aumento da concentração de auxina e citocinina pode ter induzido o florescimento. As citocininas além de influenciarem na indução floral também tem papel importante na formação das flores (Dewitte & Onckelen, 2001). Segundo Francis & Sorrell (2001), as citocininas podem ser parte do estímulo floral e segundo Taiz & Zeiger (2004), o transporte polar de auxina regula o desenvolvimento das gemas florais.

O número de vagens por planta, apesar da grande variação ocorrida no número de flores, não foi influenciada pelos reguladores vegetais aplicados (Figura 4).

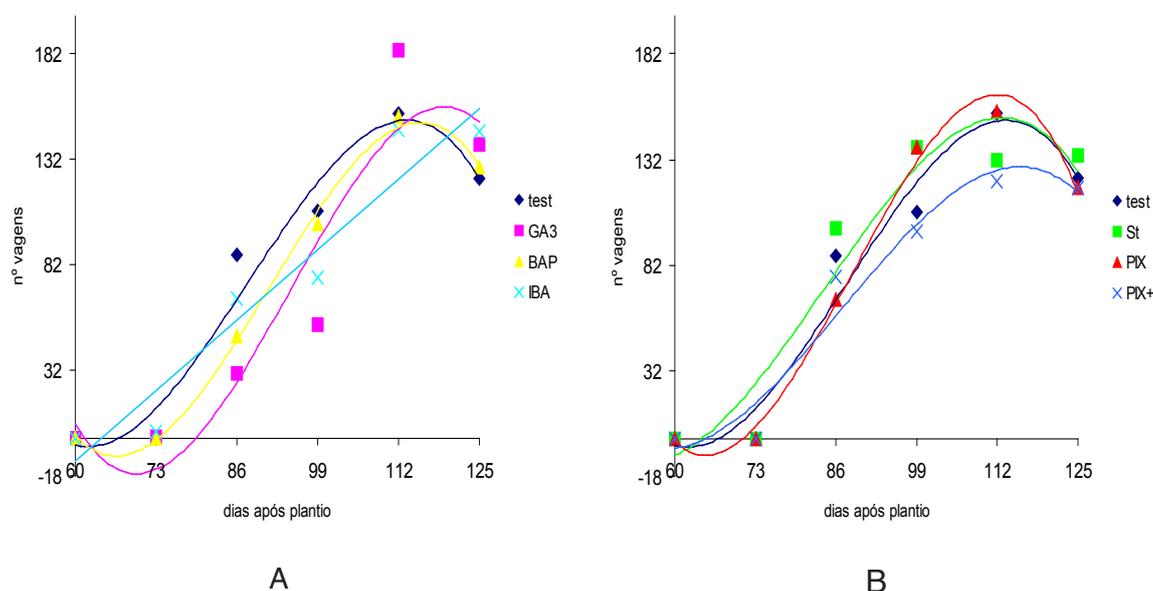


Figura 4. Número de vagens por planta de soja, em função dos tratamentos: (A) Testemunha, GA₃, BAP (benzilaminopurina) e IBA (ácido indolilbutírico); (B) Testemunha, Stimulate® (IBA + GA₃ + cinetina), PIX® (cloreto de mepiquat) e PIX®+ (cloreto de mepiquat + BAP + IBA).

Castro (1981) também não encontrou diferença significativa entre o número de vagens de soja em condição de campo, tratadas com IAA, GA₃ e cloreto de cloromequat com relação à testemunha. A última coleta realizada aos 125 dias após o plantio mostrou pouca alteração entre os tratamentos, sendo as aplicações de IBA e GA₃ levemente superiores à testemunha. Segundo Taiz & Zeiger (2004), a auxina está envolvida no desenvolvimento dos frutos sendo produzida no endosperma e no embrião de sementes em desenvolvimento e o estímulo inicial para o crescimento do fruto pode ser resultado da polinização. Durante o ciclo da cultura, os tratamentos aplicados, tiveram o número de vagens inferiores à testemunha ou apresentaram pouca diferença significativa (Tabela 3).

Tratamento	Modelo (Função ajustada)	R ²
Testemunha	$\hat{y} = 1219,533 - 48,272x + 0,602x^2 - 0,00229x^3$	0,883
GA ₃	$\hat{y} = 2017,635 - 72,352x + 0,821x^2 - 0,00289x^3$	0,861
BAP	$\hat{y} = 1665,434 - 62,250x + 0,737x^2 - 0,00270x^3$	0,914
IBA	$\hat{y} = -166,163 + 2,580x$	0,906
GA ₃ + IBA + cinetina	$\hat{y} = 727,875 - 32,012x + 0,432x^2 - 0,00171x^3$	0,879
Cloreto de mepiquat	$\hat{y} = 1872,298 - 71,773x + 0,873x^2 - 0,00329x^3$	0,809
Cloreto de mepiquat + BAP + IBA	$\hat{y} = 700,304 - 29,023x + 0,374x^2 - 0,00143x^3$	0,554

Tabela 3. Modelo da função ajustada e R² dos tratamentos referentes ao número de vagens por plantas em função dos tratamentos com reguladores vegetais.

Durante o ciclo de desenvolvimento das vagens (Figura 5), ocorreu aumento na matéria seca das mesmas, principalmente, aos 112 dias do plantio, nos tratamentos com BAP, IBA, Stimulate®, cloreto de mepiquat e cloreto de mepiquat + IBA + BAP.

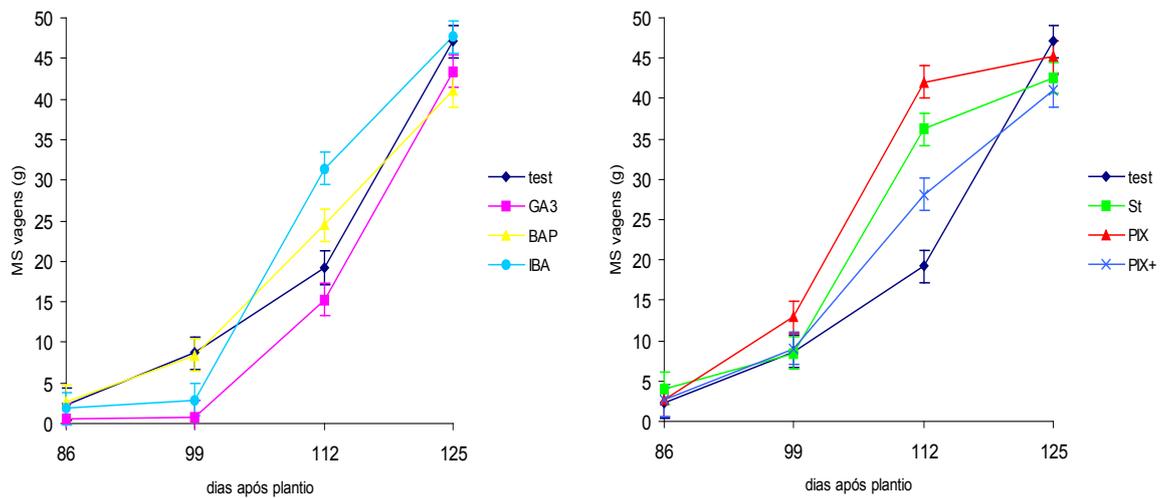


Figura 5. Massa de matéria seca de vagens de soja (g), em função dos tratamentos: (A) Testemunha, GA₃, BAP (benzilaminopurina) e IBA (ácido indolilbutírico); (B) Testemunha, Stimulate® (IBA + GA₃ + cinetina), PIX® (cloreto de mepiquat) e PIX®+ (cloreto de mepiquat + BAP + IBA).

Em plantas de milho a aplicação de Stimulate® em tratamento de sementes na dose 1,5 L 100kg⁻¹ de sementes, proporcionou aumento significativo no rendimento de grãos (Dourado Neto et al., 2004).

O tratamento com GA₃, apesar do grande número de flores emitidas e do número de vagens levemente superior a testemunha, apresentou matéria seca de vagens inferior a mesma durante todo ciclo de desenvolvimento de vagens. Castro et al. (1990) observaram redução na massa de vagens de feijão ‘Carioca’ tratadas com NAA e cloreto de clormequat.

4 | CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos e nas condições deste experimento, pode-se concluir que:-

- Os tratamentos das plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com GA₃ e cloreto de mepiquat podem promover o aumento no número de folhas, durante o ciclo da cultura;

- A área foliar pode ser incrementada com a aplicação conjunta de IBA + GA₃ + cinetina ou com a aplicação de cloreto de mepiquat e

- Tratamentos com reguladores vegetais, principalmente, com GA₃ tendem a aumentar o número de flores por planta, todavia esse resultado nem sempre se correlaciona com o número de vagens ou com a matéria seca de vagens.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A. G. de; FIORINI, C. V. A.; PASQUAL, M.; SILVA, A. B. da; VILLA, F. **Multiplicação *in vitro* de Gloxínia (*Sinningia speciosa* LOOD. HIERN.)**. Revista Ceres, v. 51, n. 293, p. 117 - 27, 2004.
- CASTRO, P. R. C. **Análise de crescimento e produção da soja (*Glicine max* cv. Davis) sob efeito de fitorreguladores**. Ciênc. Cult., São Paulo, v. 33, p. 1346 - 9, 1981.
- CASTRO, P. R. C. **Reguladores vegetais: Modos de ação e aplicações na agricultura tropical**. Informações Agrônomicas, n. 78, p. 5 - 7, 1997.
- CASTRO, P. R. C.; APPEZZATO, B.; LARA C., W. A. R.; PELISSARI, A.; PEREIRA, M.; MEDINA M., J. A.; BOLONHEZI, A. C.; SILVEIRA, J. A. G. **Ação de reguladores vegetais no desenvolvimento, aspectos nutricionais, anatômicos e na produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* cv. Carioca)**. An. Esalq, Piracicaba, v. 47 (parte 1), p. 11 -28, 1990.
- COLL, J. B.; RODRIGO, G. N.; GARCIA, B. S. TAMÉS, R. S. **Crecimiento y desarrollo: Características general del crecimiento**. In: COLL, J. B.; RODRIGO, G. N.; GARCIA, B. S. TAMÉS, R. S. Fisiología Vegetal Madrid: Ediciones Pirámide, 2001. p. 295 - 305.
- DEWITTE, W.; ONCKELEN, H. V. **Probing the distribution of plant hormones by immunocytochemistry**. *Plant Growth Regulation*, Netherlands, v. 33, p. 67 - 74, 2001.
- DIETHELM, R.; KELLER, E. R.; BÄNGERTH, F. **Auxins, ABA and gibberellin-like activity in abscising and non-abscising flowers and pods of *Vicia faba* L.** *Plant Growth Regulation*, v. 7, p. 75 - 90, 1988.
- DOURADO NETO, D.; DARIO, G. J. A.; VIEIRA JÚNIOR, P. A.; MANFRON, P. A.; MARTIN, T. N.; BONNECARRÉRE, R. A. G.; CRESPO, P. E. N. **Aplicação e influência do fitorregulador no crescimento das plantas de milho**. Rev. Fac. Zootec. Vet. Agro., Uruguaiana, v. 11, n. 1, p. 93 - 102, 2004.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro, 1999.
- FRANCIS, D.; SORRELL, D. A. **The interface between the cell cycle and plant growth regulators: a mini review**. *Plant growth regulation*, Netherlands, v. 33, p. 1 - 12, 2001.
- GODOY, A. R., CARDOSO, A. I. I. **Pegamento de frutos em pepino caipira não partenocápio sob cultivo protegido com aplicação de ácido naftaleno acético**. *Bragantia*, Campinas, v. 63, n.1, p. 1 - 6, 2004.
- LIMA, L. M. L. de. **Ação de fitorreguladores no desenvolvimento de plantas de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. 2000. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Botucatu.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Regulando o crescimento e o desenvolvimento: Os hormônios vegetais**. In: RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. *Biologia Vegetal*. 6. Ed. Guanabara Kogan S.A. 2001. p. 649 - 74.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Auxina: o hormônio de crescimento**. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 449 - 84.
- VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. **Ação de bioestimulante na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. In: VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. *Feijão Irrigado Tecnologia & Produtividade*. 2003. p. 73 - 100.

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

Data de Aceite: 03/01/2020

Paulo Henrique Batista Dias

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA),
Instituto de Ciências Agrárias, Campus Belém -
PA.

Bianca Cavalcante da Silva

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho” (UNESP), Departamento de Tecnologia,
Campus Jaboticabal - SP.

Daniel Vítor Mesquita da Costa

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho” (UNESP), Departamento de Tecnologia,
Campus Jaboticabal - SP.

Lívia Manuele Viana Galvão

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA),
Instituto de Ciências Agrárias, Campus Capanema
- PA.

Rafael Moysés Alves

Embrapa Amazônia Oriental, Melhoramento
Genético de Plantas,
Campus Belém - PA.

Raiana Rocha Pereira

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA),
Instituto de Ciências Agrárias, Campus Belém -
PA.

Cristiane da Paixão Barroso

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA),
Instituto de Ciências Agrárias, Campus Capanema
- PA.

Wendy Vieira Medeiros

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA),
Instituto de Ciências Agrárias, Campus Belém -
PA.

José Itabirici de Souza e Silva Junior

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA),
Instituto de Ciências Agrárias, Campus Belém -
PA.

Nayra Silva do Vale

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA),
Instituto de Ciências Agrárias, Campus Belém -
PA.

Jonathan Braga da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA),
Instituto de Ciências Agrárias, Campus Capanema
- PA.

Bruno Borella Anê

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA),
Instituto de Ciências Agrárias, Campus Belém -
PA.

RESUMO: O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) é uma das fruteiras amazônicas mais importantes, sendo o estado do Pará o principal produtor. E o mesmo vem enfrentando grandes problemas com material suscetível a vassoura-de-bruxa, levando a queda da produtividade. Esta pesquisa, portanto, veio com objetivo de avaliar a capacidade produtiva, o desenvolvimento vegetativo e a resistência à vassoura-de-bruxa em progênies

de cupuaçuzeiro, instaladas em plantio de pequeno produtor rural no município de Terra Alta. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 25 progênies de cupuaçuzeiro, cinco repetições e três plantas por parcela. Foram analisadas a altura da planta, diâmetro do caule, produção de frutos e o nível de incidência de vassoura de bruxa na safra 2016/2017. A análise de variância individual realizada no trabalho demonstrou que a progênie 76 apresentou bons valores para altura e diâmetro, porém não diferiu das progênies 58, 60, 64, 69, 72, 76, 88 e 89 para altura. Já para a variável número médio de frutos a melhor resposta foi obtida pela progênie 69, sendo diferenciada de todos os demais materiais. Visando aumento da base genética do cupuaçuzeiro, as progênies 69 e 73 deverão ser incorporadas aos testes de progênies em larga escala no programa de melhoramento do cupuaçuzeiro, desenvolvido pela Embrapa Amazônia Oriental, pois ambas apresentaram boas respostas para todas as variáveis analisadas.

PALAVRAS-CHAVE: Fruteira nativa, melhoramento vegetal, progênies, *Theobroma grandiflorum*.

SELECTION OF CUPUAÇUZEIRO HYBRIDS AS TO PRODUCTIVE CAPACITY, VEGETATIVE DEVELOPMENT AND RESISTANCE TO WITCH BROOM IN THE TERRA ALTA - PA

ABSTRACT: Cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) is one of the most important Amazonian fruit trees, being the state of Pará the main producer. And it has been facing major problems with witch-broom-susceptible material, leading to a drop in productivity. Therefore, this research aimed to evaluate the productive capacity, vegetative development and resistance to witches' broom in cupuaçuzeiro progenies, installed in a small rural plantation in the municipality of Terra Alta. The experimental design was a randomized block design with 25 cupuaçuzeiro progenies, five replications and three plants per plot. Plant height, stem diameter, fruit yield and the incidence level of witches' broom incidence level in the 2016/2017 crop were analyzed. The analysis of individual variance performed in the study showed that progeny 76 presented good values for height and diameter, but did not differ from progenies 58, 60, 64, 69, 72, 76, 88 and 89 for height. For the mean number of fruits variable the best response was obtained by progeny 69, being differentiated from all other materials. In order to increase the cupuaçuzeiro genetic base, progenies 69 and 73 should be incorporated into the large-scale progeny tests in the cupuaçuzeiro tree breeding program developed by Embrapa Amazônia Oriental, as both showed good answers for all analyzed variables.

KEYWORDS: Native fruit tree, plant breeding, progenies, *Theobroma grandiflorum*.

1 | INTRODUÇÃO

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum.) é uma fruteira perene, que apresenta como principais características o aroma intenso e agradável do fruto, o sabor exótico da polpa, e amêndoas ricas em óleo, que credenciam essa espécie como

uma das fruteiras nativas da região amazônica com maior potencial para fruticultura, possuindo grande importância tanto do ponto de vista econômico, como social, cujo é destaque como fonte de renda e mão de obra para produtores rurais, especialmente, para agricultura familiar, indígena e pequenos produtores. (ALFAIA; AYRES, 2004; CALZAVARA et al., 1984; SOUZA et al., 2011).

Entretanto, para a realização dos plantios pioneiros os produtores utilizaram sementes sem nenhum critério de seleção. A produção de mudas é influenciada por fatores internos de qualidade das sementes e fatores externos, como água, luz, temperatura, oxigênio e agentes patogênicos. Por possuir clima tropical, a região amazônica, propicia a proliferação de patógenos nas plantas (BENCHIMOL, 2004).

Após alguns anos de cultivo a doença conhecida como vassoura-de-bruxa, cujo agente etiológico é o fitopatógeno *Moniliophthora perniciosa*, (Stahel) Singer, passou a atacar os plantios, inicialmente de maneira endêmica e, posteriormente com o aumento da área plantada, de forma epidêmica, prejudicando completamente a produção de frutos (ALVES et al., 1998; ALVES et al., 2003; BENCHIMOL, 2004; NOMURA et al., 2008). A disseminação da doença ocorre através dos basidiósporos, que são veiculados pelo vento e água da chuva até os sítios de infecção (VENTURIERI, 1993; BENCHIMOL, 2000). O período de incubação varia de três a quatro semanas (NUNES et al., 1996).

Doença essa que vem acarretando danos econômicos significativos às plantações, obrigando produtores das áreas tradicionais a abandonar seus cultivos, tornando-se um dos fatores limitantes à expansão da lavoura (ALVES et al., 1998).

O aparecimento de novos isolados do fungo em plantios na região amazônica vem aumentando, visto que, essa região é o seu centro de origem, acredita-se que todos os patógenos coevolúram com o cupuaçuzeiro ao longo do tempo. Assim, material vegetal com diferentes fontes de resistência constituiriam um efeito multilinha, que proporcionaram maior capacidade para suportar o ataque da doença (ALVES et al., 1998).

A carência de estudos sobre material genético de qualidade, resistente, são fatores que contribuem para o aumento da incidência da doença chamada vassoura-de-bruxa, afetando sua produtividade. Com isso, para que se diminua a incidência da doença, se faz necessário o uso de variedades resistentes, sendo apresentado como a técnica promissora para o controle fitossanitário (ALVES et al., 2010; SAID, 2011). Com isso somente pelo melhoramento populacional será possível oferecer sementes de cupuaçuzeiro com ampla base genética (ALVES, 1999; SOUZA et al., 2002).

Dessa maneira, objetivou-se avaliar a capacidade produtiva, o desenvolvimento das plantas e a resistência à vassoura-de-bruxa, de 25 progênies de irmãos completos de cupuaçuzeiro, instaladas em plantio comercial de produtor rural localizado no município de Terra Alta - PA.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Sistema Agroflorestal (SAF) na Unidade de Observação (UO) para avaliação de híbridos de cupuaçuzeiro, em rede, na Fazenda Giselly, no município de Terra Alta, PA, cuja coordenada Latitude: 1° 2' 22" Sul, Longitude: 47° 54' 22" Oeste.

A área experimental apresenta um total de 75 m², área útil de 75 m² e Latossolo Amarelo textura areno-argilosa, com propriedades físicas de solo profundo, com boas características de aeração e drenagem, sem camada impermeabilizante nos horizontes superficiais, e propriedades químicas de solo pobre, com acidez elevada e baixo teor de matéria orgânica.

O clima da área é tropical quente e chuvoso do tipo Am, segundo a classificação Köppen, com temperatura máxima de 32,9°C, mínima de 21,8°C e média de 26,4°C. A precipitação pluviométrica média é de 2.617,9 mm, umidade relativa média de 80 % e insolação de 2.353,7 hs (BASTOS, 1972).

O material utilizado no experimento foram híbridos tri-compostos (progênes de irmãos completos) foi oriundos de cruzamentos entre parentais do programa de melhoramento de cupuaçuzeiro da Embrapa Amazônia Oriental. Utilizando-se 25 progênes de irmãos completos, em plantio realizado no ano de 2006 e foi utilizado para as avaliações as safras 2016/17. A área do experimento era composta por um sistema agroflorestal incluindo três culturas, o taperebazeiro (*Spondias mombin* L.) disposto em um espaçamento de 30 x30 m, a bananeira (*Musa* spp.) em um espaçamento de 5 x 5 m e o cupuaçuzeiro, seguindo o mesmo espaçamento anterior.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com 25 tratamentos, 5 blocos e sendo alocada 3 plantas por parcela, totalizando 375 unidades experimentais.

As variáveis foram avaliadas após a safra 2016/2017, sendo estas o desenvolvimento vegetativo (altura e diâmetro) e produção de frutos, além da ocorrência de vassoura-de-bruxa em percentual de plantas infectadas. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade com o programa estatístico GENES (CRUZ, 2013).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para que o processo de seleção seja eficiente, há necessidade de calcular novos parâmetros que reúnam pelo menos duas variáveis simultaneamente (ALVES, 2010). Em cacaueteiro, alguns índices são utilizados para as estimativas dos componentes de produção, como o Índice de Frutos (número de frutos necessários para se obter 1 kg de amêndoas fermentadas e secas); e o Índice de Sementes (peso médio por amêndoa obtido de 100 amêndoas fermentadas e secas). Isso porque a produção de

amêndoas secas é um caráter quantitativo, portanto muito influenciado pelo ambiente (SORIA, 1977).

Nesta pesquisa foi analisado algumas variáveis, para compor este banco de dados, como altura, diâmetro, número de frutos e ocorrência da vassoura-de-bruxa. A análise de variância individual realizada e demonstrada na Tabela 1 indicou que os valores referentes à altura da planta mostraram-se favoráveis à progênie 76, apresentando um valor de 3,04 m. Entretanto esse material não se diferenciou estaticamente das progênies 58, 60, 64, 69, 72, 76, 88 e 89, com os valores de 2,86; 2,95; 3,0; 2,76; 2,93; 2,81 e 2,74, respectivamente.

Progênie	Parentais	Altura (m)*	Diâmetro (cm)*	Número de Frutos*	Ocorrência de Vassoura (%)**
57	215 X (174 x 554)	2,58 b	3,70 a	7,16 d	6,6
58	215 X (186 x 1074)	2,86 a	4,56 a	6,00 d	0,0
60	215 X (554 x 1074)	2,95 a	4,69 a	8,41 c	0,0
61	286 X (186 x 1074)	2,60 b	4,27 a	5,50 d	0,0
64	554 X (174 x 186)	3,02 a	4,93 a	5,23 d	0,0
66	554 X (174 x 286)	2,67 b	4,16 a	6,47 d	0,0
67	554 X (286 x 215)	2,56 b	4,24 a	7,46 d	6,6
69	1074 X (174 x 186)	2,76 a	4,96 a	15,46 a	0,0
71	1074 X (174 x 286)	2,62 b	4,28 a	5,87 d	6,6
72	1074 X (174 x 286)	2,93 a	4,77 a	8,05 c	0,0
73	1074 X (174 x 554)	2,41 b	4,12 a	12,25 b	0,0
74	1074 X (174 x 554)	2,60 b	4,56 a	10,87 c	13,3
75	1074 X (186 x 554)	2,55 b	4,28 a	8,50 c	6,6
76	1074 X (186 x 215)	3,04 a	5,06 a	6,47 d	0,0
77	1074 X (286 x 215)	2,29 b	3,92 a	4,90 e	6,7
78	186 X (174 x 286)	2,30 b	3,84 a	3,24 e	0,0
80	186 X (174 x 554)	2,26 b	4,02 a	9,14 c	0,0
81	186 X (286 x 215)	2,25 b	3,94 a	5,63 d	6,7
82	186 X (286 x 215)	2,61 b	4,44 a	5,19 d	0,0
84	174 X (286 x 215)	2,47 b	4,38 a	4,67 e	0,0
86	174 X (186 x 1074)	2,52 b	4,05 a	4,23 e	0,0
87	174 X (186 x 1074)	2,56 b	4,55 a	9,11 c	0,0
88	174 X (554 x 1074)	2,81 a	4,74 a	5,72 d	0,0
89	174 X (554 x 1074)	2,74 a	4,41 a	2,91 e	0,0
93	SEKO X (174 x 186)	2,37 b	3,96 a	5,29 d	0,0
	Média	2,61	4,35	6,95	
	C.V. (%)	22,89	13,23	15,03	

Tabela 1. Média de altura (m), diâmetro (cm), produção de frutos/planta/safra (safra 2016/2017) e ocorrência de vassoura-de-bruxa no cupuaçuzeiro no município de Terra Alta, Belém, 2017. Fonte: Embrapa Amazônia Oriental.

* Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical não diferem entre si, ao nível de significância de 5%, pelo teste de Scott-Knott.

** Percentagem de infestação da vassoura de bruxa na safra 2016/2017.

Segundo, Oliveira Neto et al. (2010), o diâmetro da planta é a característica,

dentre as normalmente avaliadas, mais influenciada pelo espaçamento das plantas, geralmente com respostas positivas.

Com isso a variável diâmetro do caule identificou-se que a progênie 76 também apresentou a maior média, com um valor de 5,06 cm, porém, não se diferenciando estatisticamente dos demais materiais, como demonstrado na Tabela 1.

Ao analisar o efeito do espaçamento do cacau no sistema agroflorestal em Medicilândia (PA), Silva Neto et al. (2017), verificaram menor taxa de mortalidade, tendência a diminuir o diâmetro do caule e aumentar a altura das plantas em indivíduos submetidos a espaçamento menor. Além disso, os autores apontam que houve maior dano aos frutos pelo fungo *Moniliophthora perniciosa* em espaçamento maior.

Já a progênie 69 apresentou a maior média de número de frutos na safra, com 15,46 frutos/planta/safra. Diferenciando-se estatisticamente de todas as demais progênies. A baixa produtividade do cupuaçu é fortemente influenciada pela fertilidade reduzida devido a questões de polinização e auto-incompatibilidade. A fraca conversão de flores em frutos decorre da presença de barreiras naturais que afetam o número de flores polinizadas (VENTURIERI, 2011).

Além de ser uma espécie essencialmente alógama, com taxas de egoísmo de quase zero, o cupuaçu também apresenta incompatibilidade interclonal, diretamente proporcional ao grau de relacionamento entre os pais envolvidos (FALCÃO et al., 1999).

Quanto a tolerância à incidência da vassoura-de-bruxa foi possível observar que as progênies 58, 60, 61, 64, 66, 69, 72, 73, 76, 78, 80, 82, 84, 86, 87, 88, 89 e 93 apresentaram-se livres da doença no período em que foram avaliadas. Vale salientar que todas têm como um dos parentais as cultivares Coari (174), Codajás (186), Manacapuru (215) e Belém (286), materiais esses comprovadamente resistentes e que podem conferir boas taxas de resistência aos seus descendentes através de cruzamentos controlados (ALVES et al., 2009).

Em contrapartida a progênie com maior incidência da doença foi a 74, e que apresenta como um dos seus parentais a progênie 1074, característico pela elevada suscetibilidade à vassoura-de-bruxa (ALVES et al., 2009).

A diversidade genética detectada será útil no programa de melhoramento de cupuaçu, e as avaliações genotípicas em relação à produção e resistência de frutos de *M. perniciosa* devem ser intensificadas, para que alguns desses clones possam ser recomendados ao setor produtivo no futuro (ALVES., 2017). No entanto, essa diversidade detectada não será suficiente para apoiar, a longo prazo, o programa de melhoramento de cupuaçu. Com o aumento da área cultivada, deve ocorrer o surgimento de novos patógenos. Também é necessário melhorar a produtividade e a qualidade de celulose e sementes para atender às demandas futuras do setor de agronegócios (ALVES., 2017).

4 | CONCLUSÕES

De acordo com as análises demonstradas no trabalho, as progênes 69 e 76 apresentaram resultados satisfatórios quanto ao desenvolvimento vegetativo e produção de frutos, além de boa resistência à ação da vassoura-de-bruxa. Esses materiais apresentam características que conferem atributos interessantes para dar continuidade ao programa de melhoramento genético e para o aumento da base genética da espécie.

REFERÊNCIAS

ALFAIA, S. S.; AYRES, M. I. C. **Efeito de doses de nitrogênio, fósforo e potássio em duas cultivares de cupuaçu, com e sem semente, na região da Amazônia Central.** Revista Brasileira de Fruticultura. v.26, n.2, p.320-325, Jaboticabal, 2004.

ALVES, R. M. **Caracterização genética de populações de cupuaçuzeiro *Theobroma grandiflorum* (Willd.ex.Spreng.) Schum., por marcadores microssatélites e descritores botânico-agronômicos.** 2003. 146 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2003.

ALVES, R. M. **Cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Willd. ex. Spreng) Schum).** In: EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental. Programa de melhoramento genético e de adaptação de espécies vegetais para a Amazônia Oriental. Belém, 1999. cap.1, p.37-48.

ALVES, R. M.; STEIN, R. L. B.; ARAÚJO, D. G. de; PIMENTEL, L. **Avaliação de clones de cupuaçuzeiro quanto à resistência a vassoura-de-bruxa.** Revista Brasileira de Fruticultura, v.20, n.3, p.297-306, 1998.

ALVES, R. M; CRUZ, E. D. **Cultivares de cupuaçuzeiro tolerantes à vassoura-de-bruxa.** Embrapa Amazônia Oriental. Recomendações Técnicas, 4p. Belém, PA, 2003.

ALVES, R. M. et al. **Avaliação e seleção de progênes de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*), em Belém, Pará.** Rev. Bras. Frutic. [online]. vol.32, n.1, pp.204-212. 2010.

ALVES, R. M.; SILVA, C. R. de S.; ALBUQUERQUE, P. S.; B. De; SANTOS, V. S. dos. **Caracterização fenotípica e genotípica e compatibilidade entre genótipos para seleção de clones de elite do cupuaçu.** Acta Amaz. [conectados]. vol.47, n.3, pp.175-184. 2017.

ALVES, R. M; RESENDE, M. D. V. DE; BANDEIRA, B. dos S.; PINHEIRO, T. M. ; FARIAS, D. C. R. **Evolução da vassoura de bruxa e avaliação da resistência em progênes de cupuaçuzeiro.** Revista Brasileira de Fruticultura , 31: 1022-1032. 2009.

BASTOS, T. X. **O estado atual dos conhecimentos das condições climáticas da Amazônia brasileira.** In: INSTITUTO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO NORTE (Belém, PA). Zoneamento agrícola da Amazônia. 1a aproximação. Belém, p.68-122. (IPEAN. Boletim Técnico, 54). 1972.

BENCHIMOL, R. L. **Principais doenças do cupuaçuzeiro e recomendações de controle.** Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico nº 132, 3 p. Belém, PA, 2004.

BENCHIMOL, R. L. **Doenças do cupuaçuzeiro causadas por fungos.** Embrapa Amazônia Oriental, p.50. Belém, PA, 2000.

CALZAVARA, B. B. G.; MULLER, C. H.; KAWAGE, O. N. C. **Fruticultura tropical: o cupuaçuzeiro: cultivo, beneficiamento e utilização do fruto.** Belém : Embrapa-CPATU, 101 p. 1984.

CRUZ, C. D. G. **A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics**. Acta Scientiarum, v.35, n.3, p.271-276, 2013.

NOMURA, E. S. et al. **Crescimento de mudas micropropagadas da bananeira cv. Nanicao em diferentes substratos e fontes de fertilizante**. Acta Scientiarum Agronomy, v. 30, n. 3, p. 359-363, 2008.

NUNES, A. M. L.; ALBUQUERQUE, F. C.; OLIVEIRA, R. P.; SÁ, T. D. A.; NUNES, M. A. L.; SHIMIZU, O. **Epidemiologia da vassoura-de-bruxa do cupuaçuzeiro**. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental (Belém, PA). Geração de tecnologia agroindustrial para o desenvolvimento do trópico úmido. Belém: Embrapa-CPATU/JICA, p. 83-105. 1996.

OLIVEIRA-NETO, S. N. de; REIS, G. G. dos; REIS, M. das G. F.; LEITE, H. G. ; NEVES, J. C. L. **Crescimento e distribuição diamétrica de *Eucalyptus camaldulensis* em diferentes espaços e níveis de adubação na região de cerrado de Minas Gerais**. Floresta , Curitiba, v.40, n.4, p.755-762, 2010.

RIOS-RUIZ, R. A. **Melhoramento para resistência a doenças**. In: DIAS, L. A. S. (Org.). **Melhoramento genético do cacauzeiro**. Viçosa: FUNAPE, v. 1, p. 289-324.] 2001.

SILVA-NETO, P. J. da; SANTOS, M. M. dos; MENDES, G.; SANTOS, A. O. da S. **Efeitos do espaçamento no desempenho produtivo do cacauzeiro no sistema agroflorestal**. Agrotrópica , Ilhéus, v.29, n.2, p.119-126, 2017.

SORIA, J. **The genetic and breeding of cacao**. In: International Cocoa Research Conference, 5, Proceedings. Cocoa Research Institute of Nigeria, Ibadan, p. 18-24. 1977.

SOUZA, A. das G. C. de; SOUZA, M. G.; PAMPLONA, A. M. S. R.; WOLFF, A. C. da S. **Boas práticas na colheita e Pós-colheita do cupuaçu**. Circular técnica nº 36, 8 p. Manaus, AM, 2011.

SOUZA, A. G. C.; RESENDE, M. D. V.; SILVA, S. E. L.; SOUZA, N. R. **O programa de melhoramento genético cupuaçuzeiro na Embrapa Amazônia Ocidental**. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* , 2: 471-478. 2002.

VENTURIERI, G. A. **Cupuaçu: a espécie, sua cultura, usos e processamento**. Belém: Clube do Cupu, 108 p. 1993.

VENTURIERI, G. A. **Níveis de floração, época de colheita e produtividade de cupuaçu** (*Theobroma grandiflorum*). Acta Amazonica , 41: 143-152. 2011.

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

Data de Aceite: 03/01/2020

Felipe de Lima Rosa

Universidade Federal do Tocantins, curso de Zootecnia, Araguaína - TO.

Natália Vinhal da Silva

Universidade Federal do Tocantins, curso de Zootecnia, Araguaína - TO.

Kézia Pereira de Oliveira

Universidade Federal do Tocantins, curso de Zootecnia, Araguaína - TO.

Vagner Alves dos Santos

Instituto Federal do Tocantins, Coordenador do Curso Técnico em Biotecnologia, Araguaína - TO.

Rômulo Augusto Guedes Rizzardo

Universidade Federal do Tocantins, curso de Zootecnia, Araguaína - TO.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a diversidade, através da coleta de pólen apícola e análise palinológica, de espécies vegetais fornecedoras de pólen para a manutenção e produção das abelhas melíferas, na região de Araguaína - TO. Foram coletados grânulos de

pólen das corbículas de abelhas *Apis mellifera* de três colônias do apiário experimental da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia e posteriormente retiradas alíquotas para montagem de lâminas permanentes. Para melhor entendimento dos resultados, os dados foram agrupados em função de diferentes índices pluviométricos da região, nomeados T1 – “período de seca”, T2 – “Transição seca águas”, T3 – “Chuva 1”, T4 – “Chuva 2” e T5 – “Transição águas seca”, entre os meses de agosto de 2013 a julho de 2015. As abelhas melíferas forragearam por pólen durante todo o período do experimento. Ao longo do estudo as famílias *Arecaceae* e *Poaceae* foram as que tiveram maior participação. Concluiu-se que no ecótono Cerrado Amazônia, não foram registrados pontos de vazios polínicos, ocorrendo oferta de pólen durante todo o período estudado.

PALAVRAS-CHAVE: *Apis mellifera*, palinologia, pólen apícola.

BOTANIC PROFILE OF POLLEN COLLECTED BY HONEY BEES IN THE CERRADO-AMAZON ECOTONE REGION: EVALUATION OF THIS RESOURCE OVER THE YEAR

ABSTRACT: The aim of the study was to evaluate the diversity, through bee pollen collection and palynological analysis, of pollen

supplying plant species for the maintenance and production of honey bees in the region of Araguaína - TO. Pollen granules were collected from *Apis mellifera* bee corbicles from three colonies of the experimental apiary of the School of Veterinary Medicine and Zootechnics and then removed aliquots for making permanent blades. For a better understanding of the results, the data were grouped according to different rainfall indices of the region, they were named T1 - “dry season”, T2 - “dry water transition”, T3 - “Rain 1”, T4 - “Rain 2” and T5 - “Water dry transition”, from August 2013 to July 2015. Honey bees foraged for pollen throughout the experimental period. Throughout the study, the families *Arecaceae* and *Poaceae* had the highest participation. It is concluded that in the Cerrado Amazon ecotone no pollen void points were recorded and pollen supply occurred throughout the study period.

KEYWORDS: *Apis mellifera*, palynology, bee pollen.

1 | INTRODUÇÃO

A criação de abelhas *Apis mellifera*, conhecida popularmente como apicultura, é uma atividade importante na agricultura familiar, principalmente devido ao fato de ser atividade geradora de renda com vistas no aproveitamento natural do meio ambiente e praticada de forma racional em todas as regiões do Brasil (PONCIANO et al., 2013). No Norte do país, onde estão presentes os dois maiores biomas nacionais, Amazônia e Cerrado, também é uma atividade que tem grande potencial produtivo, mas ainda pouco explorada.

A diversidade e sazonalidade dos recursos florais característicos do bioma, são alguns dos fatores que podem influenciar a produtividade das abelhas (ROUBIK, 1982; MAIA-SILVA et al., 2015). O Cerrado, dentre os biomas brasileiros, é considerado o segundo maior do país em área, superado apenas pela Floresta Amazônica. Este apresenta grande variedade de espécie vegetais e clima propício ao desenvolvimento da apicultura (TSCHOEKE, 2009).

O estado do Tocantins possui 91% do território representado por aquele bioma, e é comum a presença da abelha africanizada, produzindo mel e atuando na polinização de diversas espécies de plantas (MENDONÇA et al., 2008; FINCO et al., 2010). O restante do território do estado é preenchido pelo Bioma Amazônia, onde as abelhas africanizadas acusam baixa densidade populacional, principalmente em locais de floresta primária (OLIVEIRA; CUNHA, 2005).

Na região norte do estado Tocantins, tendo por base a cidade de Araguaína, ocorre vegetação de transição entre os Biomas Cerrado e Amazônia, sendo caracterizada como área de ecótono Cerrado Amazônia. O clima predominante é o tropical úmido, com duas estações bem definidas, uma seca, que compreende os meses de junho a setembro, e uma chuvosa, de outubro a maio (COSTA, 2011).

Nesta área de sobreposição de biomas, suspeita-se que a *Apis mellifera* sofra complicações para se desenvolver, principalmente devido as condições climáticas

desfavoráveis na época das águas. Elevados índices pluviométrico e de umidade relativa média do ar prejudicam a coleta de recursos florais, principalmente o pólen que é fundamental para a produção e fortalecimento das crias (HILÁRIO et al., 2001; WINSTON, 2003; WIESE, 2005).

O pólen é constituído por mais de 200 substâncias. Com elevado valor biológico destaca-se como principal fonte de proteínas, lipídeos, minerais e vitaminas para as abelhas (KOMOSINSKA-VASSEV et al., 2015; SATTLE et al., 2015). Sua composição é dependente da espécie botânica, variando de acordo com a localidade ou época do ano que foi coletado, informando padrões e mudanças da flora regional (BARTH, 2004; BARRETO et al., 2012). Essa variação influencia na qualidade do produto coletado como também interfere no desenvolvimento das colônias (GONÇALVES et al., 2018).

Com a utilização de técnicas microscópicas aliadas a palinologia é possível a identificação das plantas de uma determinada região e avaliar sua época de florescimento, auxiliando por exemplo na determinação das espécies vegetais de interesse apícola, através da análise do pólen contido no mel, nas corbículas, ou nos favos das abelhas (MARCHINI et al., 2001).

Essas informações são importantes para planejar procedimentos de manejo das colônias, visando a manutenção e a produtividade das mesmas (SALOMÉ; ORTH, 2003). Neste sentido, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a diversidade, através de análise palinológica, de espécies vegetais fornecedoras de pólen para a manutenção e produção das abelhas melíferas, na região de Araguaína - TO.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido, a partir, de amostras coletadas no apiário da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMVZ) da Universidade Federal do Tocantins (UFT), no município de Araguaína, região Norte do Tocantins, 07°11'28" de Latitude Sul, e 48°12'26" de Longitude Oeste, distante 400 km da capital, Palmas. Circundando o apiário e a EMVZ, encontra-se uma área de vegetação secundária, estabelecida a mais de 25 anos, com participação de indivíduos dos biomas Cerrado e Amazônia, com pelo menos, 1.000 ha.

A vegetação predominante no estado é o Cerrado, cujas principais características são os grandes arbustos e as árvores esparsas, de galhos retorcidos e raízes profundas. O restante do território é constituído pela floresta de transição amazônica, ao norte do estado.

Para a realização da amostragem, foram utilizadas três colmeias Langstroth, povoadas com colônias de *Apis mellifera*, dispostas em cavaletes individuais e distantes dois metros entre si. Estas foram homogeneizadas quanto ao número inicial de quadros de cria, condição nutricional e sanitária. Utilizou-se rainhas meias-irmãs contemporâneas. Foram fixados coletores de pólen no alvado das colmeias uma semana antes do início das coletas, sem as trampas coletoras de pólen para que

houvesse adaptação das abelhas ao equipamento. Estes coletores permaneceram durante todo o período do experimento, no entanto, as coletas de pólen apícola foram realizadas a intervalos médios de quinze dias, durante período de 24 horas.

Nos dias de coleta, as trampas coletoras de pólen eram instaladas nos coletores de pólen, às 18 horas do dia precedente e retiradas às 18 horas do dia seguinte, com coletas do pólen apícola às 12:00 e às 18:00 do dia seguinte, perfazendo 24 horas. O primeiro turno (manhã) englobava o intervalo de tempo compreendido desde os primeiros voos matinais das abelhas até o meio dia. O segundo turno (tarde) estendia-se do meio dia ao anoitecer, quando cessam as atividades de campo da colônia

Após a coleta, cada amostra foi acondicionada em saco plástico individual, devidamente identificada e armazenada sob congelamento, até o momento da pesagem para determinação do teor de matéria parcialmente seca (ASA), quantificação do teor proteico e montagem das lâminas para identificação dos tipos polínicos. A coleta das amostras teve início em agosto de 2013 e término em julho de 2015, sendo coletadas seis amostra por dia de coleta, totalizando em 292, porém nem todas as coletas apresentaram cargas de pólen.

Nas amostras já secas, era realizada uma homogeneização, com retirada de uma alíquota, a qual permaneciam em tubos falcon de 15 ml dentro de um período de no mínimo 12 horas mergulhado em solução de ácido acético, seguida por centrifugação. Posteriormente, esse sedimento polínico era submetido ao método de acetólise de acordo com Erdtman (1960), modificado em Melhem et al. 2003, para confecção das lâminas. Esse método consiste na hidrólise ácida aplicada aos grãos de pólen através de uma mistura de anidrido acético e ácido sulfúrico com proporção de 9:1, buscando a eliminação do conteúdo celular, facilitando a visualização e o reconhecimento dos caracteres morfológicos externo.

A partir das amostras com os sedimentos polínicos acetolisados, eram montadas as lâminas com gelatina glicerizada, e para torná-las definitivas e isentas de contaminação, estas foram seladas com esmalte do tipo base. Foram confeccionadas três lâminas de pólen para cada amostra coletada.

As análises das amostras de pólen foram realizadas, através da identificação e contagem dos grãos de cada lâmina. A identificação do material foi realizada baseada nas características morfológicas dos grãos, como o tamanho, forma, tipo de abertura, exina, etc. Os tipos polínicos foram desenhados a mão livre com caracteres de abertura e detalhes de exina em folha de papel A4 para organização da contagem a partir de observações em microscópio óptico com aumento de 400 vezes.

Buscou-se encontrar a frequência representativa das espécies e seu percentual de participação nas amostras. Para tanto, era contado, a partir do campo superior da lâmina e por deslocamentos verticais sobre uma linha vermelha, que era feita em cada lâmina para facilitar a contagem, um mínimo de 300 grãos de pólen, de forma que, todos os grãos de cada campo amostrado fossem considerados. Através de comparações com o laminário de referências e bibliografia especializada, identificou-

se os tipos polínicos a nível de famílias.

Quanto a participação dos tipos polínicos, buscou-se encontrar o percentual de cada família nas cargas de pólen coletadas, para isso os dados foram agrupados de acordo com os registros históricos de pluviosidade da região coletados na estação meteorológica da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, e os turnos do dia (manhã e tarde). Sendo: T1 o período de seca (pluviosidade mensal inferior a 50mm – agosto e setembro de 2013; junho, julho, agosto e setembro de 2014; junho e julho de 2015); T2 o período de transição seca água (pluviosidade mensal ente 50mm e 150mm – outubro de 2013 e de 2014); o período chuvoso, com pluviosidade mensal superior a 150mm, foi dividido em 2 tratamentos, sendo T3 nomeado chuva 1 – historicamente adverso à apicultura (novembro e dezembro de 2013; janeiro de 2014; outubro, novembro, dezembro e janeiro de 2015) e T4 nomeado chuva 2 (fevereiro, março e abril de 2014; fevereiro e março de 2015); T5 o período de transição água seca (pluviosidade mensal ente 50mm e 150mm – maio de 2014; abril e maio de 2015). Não foi possível manter constante o número de repetições por tratamento, em função das variações climáticas e limites pluviométricos pré-estabelecidos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante todo o período de estudo houve forrageamento por pólen, confirmando sua disponibilidade para as abelhas. Na área estudada foram identificadas 20 famílias botânicas a partir das cargas polínicas, o que demonstra a diversidade vegetal presente e utilizada por *Apis mellifera* para suprir a seu requerimento nutricional. Acredita-se, porém, que existam mais famílias vegetais, ainda não identificadas, disponibilizando pólen para sua dieta na área de estudo.

Das famílias identificadas, a *Arecaceae* foi a que demonstrou maior participação e melhor distribuição, presente em todos os períodos do estudo (Tabela 1), seguida pela *Poaceae*, também presente em quase todos os períodos. Estas famílias, *Arecaceae* e *Poaceae*, são representadas pelas palmeiras e gramíneas, respectivamente.

Em áreas do ecótono Cerrado Amazônia é comum há presença de espécies vegetais pertencentes a família *Arecaceae*, como o coco babaçu (*Attalea speciosa*) (MIOTTO et al., 2012).

Família	2013 (%)			2014 (%)					2015(%)			
	Seca	Transição seca chuva	Chuva 1	Seca	Transição seca chuva	Chuva 1	Chuva 2	Transição chuva seca	Seca	Chuva 1	Chuva 2	Transição chuva seca
n° de grãos de pólen	10.893	2.485	7.736	12.642	2.536	8.315	7.404	3.826	5.901	2.832	4.652	6.915
<i>Amaranthaceae</i>				0,51				4,76	0,93		0,11	4,035
<i>Annonaceae</i>				0,30	3,15	0,06	1,80	0,13	0,37		10,17	8,503
<i>Arecaceae</i>	17,41	11,15	10,75	3,82	46,18	47,31	14,36	12,36	11,90	41,74	36,82	4,179
<i>Asteraceae</i>	1,34			2,63			3,38	25,77	14,34	0,64	1,31	31,135
<i>Bignoniaceae</i>		0,68	0,84				0,19					
<i>Bombacaceae</i>	2,57			18,71								

de pólen apícola (Tabela 1). Esse mesmo tratamento, por outro lado obteve níveis elevados para valor proteico, com média de 33,18% (Tabela 2), e a predominância de tipos polínicos das famílias Arecaceae, Poacea e Mimosaceae, o que demonstra a qualidade desse alimento para abelhas, e já que em percentual essas famílias foram as que tiveram maior participação, seria uma alternativa para a manutenção das colônias ou até mesmo produção de pólen na região, estimular o plantio e a disponibilização de áreas para forrageamento dessas plantas por abelhas africanizadas.

Foi observado que, ao longo dos períodos, houve predominância de uma a quatro famílias vegetais, com participação superior a 15% da dieta do mês, o que está de acordo com observações de LIMA (1995) ao afirmar que as colônias trabalham com poucas fontes de alimentos por dia e por período.

Períodos	Produção diária de pólen apícola desidratado (g)					Média
	Seca	Transição Seca Agua	Chuva 1	Chuva 2	Transição Águas seca	
UR (%)	59,90	69,9	80,90	83,53	79,80	
Precipitação (mm/período)	15,2	133,8	257,4	269,4	113,6	
Período Matutino	14,37 Aab	15,78 Aab	14,62 Aab	6,87 Ac	25,33 Aa	15,394 A
Período Vespertino	3,22 Ba	2,48 Ba	5,93 Ba	3,22 Aa	3,32 Ba	3,71 B
Média diária	8,79 bc	9,13 bc	10,27 ab	5,05 c	14,32 a	9,51
Produção total diária	17,59 b	17,77 b	20,65 ab	10,10 b	28,65 a	18,93
	Teores de proteína bruta do pólen apícola (%)					
Período Matutino	26,37 Abc	32,68 Aab	20,67 Ac	37,61 Aa	25,20 Abc	28,51 A
Período Vespertino	20,47 Ab	24,95 Bab	20,45 Ab	28,75 Ba	20,38 Ab	23 B
Média diária	23,42 c	28,82 b	20,56 c	33,18 a	22,79 c	25,75

Tabela 2. Médias dos dados meteorológicos, produção de pólen apícola desidratado e teores de proteína bruta, em função de períodos climáticos do ano, de agosto de 2013 a julho de 2015.

É importante observar o comportamento reprodutivo dessas plantas, pois determinadas famílias têm período de florescimento que se estende por vários meses, apresentando constância e frequência na alimentação das abelhas. Outras espécies apresentam florescimento em curto espaço de tempo, mas com grande oferta de pólen, tendo assim, acentuada participação na dieta proteica das abelhas; outras, participando com um pequeno percentual na dieta, porém, em período longo durante o ano (REIS, 2009). Esse comportamento pode ser observado no trabalho, e como exemplo se tem a família Vochysiaceae, que permaneceu em florescimento por três tratamentos consecutivos, no ano de 2013, com grande participação no período de transição da estação seca para a chuvosa, 49,9%.

Embora este seja o primeiro estudo realizado com coleta de pólen apícola e identificação de tipos polínicos de interesse apícola na região de Araguaína, os resultados evidenciam a possibilidade desta atividade na região.

4 | CONCLUSÕES

Os tipos polínicos de maior participação na dieta das abelhas africanizadas, na área de estudo, foram das famílias Arecaceae e Poaceae, com distribuição ao longo dos períodos do ano.

A produção de pólen apícola na região norte do Tocantins deve ser considerada como atividade viável à produção animal.

Plantas das famílias Arecaceae, Poacea, Mimosaceae e Vochysiaceae são relevantes para a apicultura na região de Araguaína – TO.

REFERÊNCIAS

- ALCOFORADO FILHO, F. G.; GONÇALVES, J. C. Flora apícola e produção de mel orgânico no Piauí. **Cadeia Produtiva do Mel no Estado do Piauí**. Teresina: EMBRAPA Meio-norte, p. 48-57, 2000.
- BARRETO, L. M. R. C. et al. **Qualidade físico-química do pólen apícola produzido no Vale do Paraíba-SP**. Revista Biociências, v. 18, p. 64-70, 2012.
- BARTH, O. M. **Melissopalynology in Brazil: a review of pollen analysis of honeys, propolis and pollen loads of bees**. Scientia Agricola, v. 61, n. 3, p. 342-350, 2004.
- CONCEIÇÃO, E. S. da; DELABIE, J. H. C.; COSTA NETO, A. de O. **A entomofilia do coqueiro em questão: avaliação do transporte de pólen por formigas e abelhas nas inflorescências**. Neotropical Entomology, v. 33, n. 6, p. 679–683, dez 2004.
- COSTA, A. M. D. et al. **Plantas tóxicas de interesse pecuário em região de ecótono Amazônia e Cerrado**. Parte II: Araguaína, Norte do Tocantins. Acta VeterinariaBrasilica, v. 5, n. 3, p. 317-324, 2011.
- ERDTMAN, G. **The acetolysis method-a revised description**. Sven Bot Tidskr, v. 54, p. 516-564, 1960.
- FINCO, F. D. B. A.; MOURA, L. L.; SILVA, I. G. **Propriedades físicas e químicas do mel de *Apis mellifera* L.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 30, n. 3, p. 706-712, 2010.
- GONÇALVES, P. J. S et al. **Computational intelligence applied to discriminate bee pollen quality and botanical origin**. Food chemistry, v. 267, p. 36-42, 2018.
- HILÁRIO, S. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT, A. D. M. P. **Responses to climatic factors by foragers of *Plebeia pugnax* Moure** (in litt.) (Apidae, Meliponinae). Revista Brasileira de Biologia, v. 61, n. 2, p. 191-196, 2001.
- KOMOSINSKA-VASSEV, K. et al. **Bee pollen: chemical composition and therapeutic application**. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, v. 2015, 2015.
- LIMA A. O. N. **Pólen coletado por abelhas africanizadas em apiário comercial na caatinga cearense**. 1995. 118f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, 1995.
- MARCHINI, L. C. et al. **Plantas visitadas por abelhas africanizadas em duas localidades do estado de São Paulo**. Scientia Agricola, v. 58, n. 2, p. 413-420, 2001.

- MARQUES, L. J. P. et al. **Levantamento da flora apícola em Santa Luzia do Paruá, Sudoeste da Amazônia, Maranhão.** Acta Botanica Brasilica, v. 25, n. 1, p. 141-149, 2011.
- MAIA-SILVA, C. et al. **Survival strategies of stingless bees (*Melipona subnitida*) in an unpredictable environment, the Brazilian tropical dry forest.** Apidologie, v. 46, n. 5, p. 631-643, 2015.
- MENDONÇA, K. et al. **Caracterização físico-química de amostras de méis produzidas por *Apis mellifera* L. em fragmento de cerrado no município de Itirapina, São Paulo.** Ciência Rural, v.38, p.1748-1753, 2008.
- MELHEM, T. S. A. et al. **Variabilidade polínica em plantas de Campos do Jordão, São Paulo, Brasil.** 2003.
- MIOTTO, F. R. C. et al. **Consumo e digestibilidade de dietas contendo níveis de farelo do mesocarpo de babaçu para ovinos.** Revista Ciência Agronômica, v. 43, n. 4, p. 792-801, 2012.
- NASCIMENTO, J. E. M et al. **Temporal variation in production and nutritional value of pollen used in the diet of *Apis mellifera* L. in a seasonal semideciduous forest.** Sociobiology, v. 66, n. 2, p. 263-273, 2019.
- OLIVEIRA, M. L.; CUNHA, J. A. **Abelhas africanizadas *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Apidae: Apinae) exploram recursos na floresta amazônica?** Acta Amazônica, v.35, p.389-394, 2005.
- PONCIANO, N. J. et al. **Caracterização do nível tecnológico dos apicultores do estado do Rio de Janeiro.** Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 51, n. 3, p. 499-514, 2013.
- RAMALHO, M. et al. **Important bee plants for stingless bees (*Melipona* and *Trigonini*) and Africanized honeybees (*Apis mellifera*) in neotropical habitats: a review.** Apidologie, v. 21, n. 5, p. 469-488, 1990.
- REIS, Í. T. **Flora de manutenção para *Apis mellifera* no município de Paramoti-Ceará-Brasil.** 2009. 79 f. Dissertação (Mestrado em zootecnia)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2009.
- ROUBIK, D. W. **Seasonality in colony food storage, brood production and adult survivorship: studies of *Melipona* in tropical forest (Hymenoptera: Apidae).** Journal of the Kansas Entomological Society, p. 789-800, 1982.
- SALOMÉ, J. A.; ORTH, A. I. **Flora apícola catarinense e sua ação sobre as colméias.** Mensagem doce, v. 71, 2003.
- SATTLER, J. A. G. et al. **Impact of origin on bioactive compounds and nutritional composition of bee pollen from southern Brazil: A screening study.** Food Research International, v. 77, p. 82-91, 2015.
- TSCHOEKE, P. H. et al. **Plantas visitadas por abelhas africanizadas na região sul do Tocantins.** Cadernos de Agroecologia, v. 4, n. 1, 2009.
- WIESE, H. **Apicultura.** 2. ed. Guaíba: Agrolivros, 378p.2005.
- WINSTON, M. L. **A biologia da abelha.** Porto Alegre, Magister, 427 p. 2003

HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DO MOSTO DA PALMA FORRAGEIRA PARA PRODUÇÃO DE ETANOL

Data de Aceite: 03/01/2020

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

Fátima Rafaela Da Silva Costa

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

Kennedy Kelvik Oliveira Caminha

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

Paula Bruna da Silva

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

Maico da Silva Silveira

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

Felipe Sousa da Silva

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

Adricia Raquel Melo Freitas

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

Rodrigo Gregório Da Silva

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

Mayara Salgado Silva

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

ENZYMATIC HYDROLYSIS OF FORAGE PALM MUST FOR ETHANOL PRODUCTION

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

KEYWORDS: Isolation, yield, inversion.

1 | INTRODUÇÃO

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

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

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

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

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

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

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

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção do material vegetal

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

Isolamento de fungos e teste de viabilidade para inversão de polissacarídeos

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

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

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

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

Proliferação dos fungos para produção das enzimas

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

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

Obtenção do extrato enzimático

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

Análise de viabilidade da atividade enzimática

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

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

pré-selecionado.

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

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

3 | RESULTADO E DISCUSSÃO

Isolamento de fungos e teste de viabilidade

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

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

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

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

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

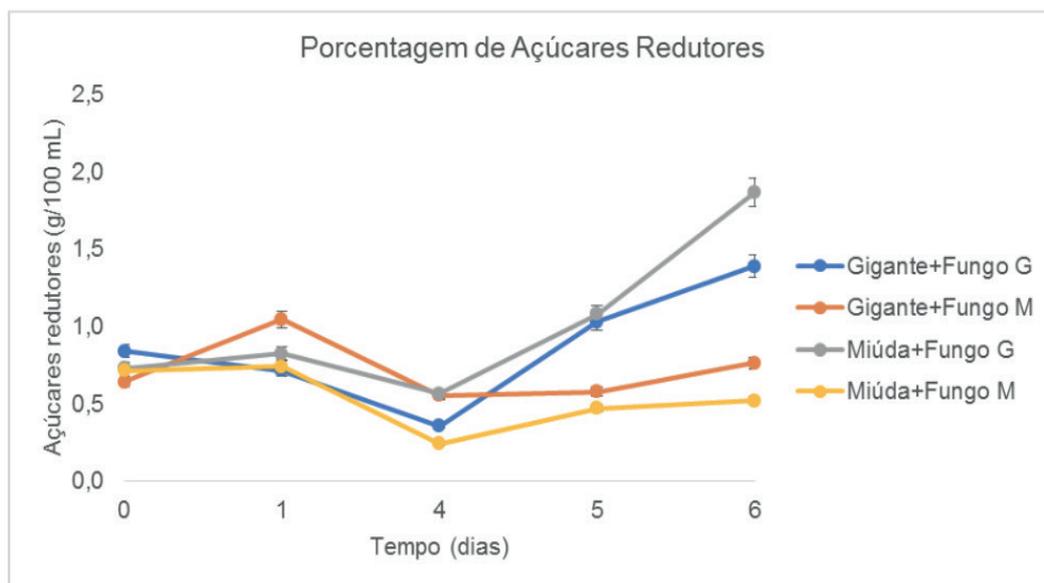


Figura 1. Comportamento dos açúcares produzidos pelos fungos no decorrer do tempo. G = gigante; M = Miúda.

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

Atividade enzimática do extrato produzido

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

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

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

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

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

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

minutos para palma miúda.

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

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

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

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

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

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

4 | CONCLUSÃO

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

REFERÊNCIAS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Data de Aceite: 03/01/2020

Deodato do Nascimento Aquino

Engo. Agrônomo, Doutor em Engenharia Agrícola,
Perito Federal do INCRA, Fone (85) 3299 1387,
deoagro@hotmail.com

Eunice Maia de Andrade

Enga. Agrônoma, Prof.^a Titular, PhD, Engenharia
Agrícola CCA/UFC, Fortaleza – CE. (85)
33669754, eandrade@ufc.br

Flávio Jorge Ponzoni

Engo. Florestal, Doutor em Engenharia Florestal,
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais,
Divisão de Sensoriamento Remoto, São José dos
Campos - SP. (12) 32086454. flavio@dsr.inpe.br

RESUMO: Este trabalho objetivou caracterizar espectralmente fragmentos florestais no bioma Caatinga e avaliar o efeito da sazonalidade climática e da topografia sobre o comportamento do índice de vegetação NDVI em diferentes estádios de regeneração vegetal. O estudo foi conduzido na bacia hidrográfica do rio Caxitoré com aproximadamente 130 mil ha, localizada na região norte do Estado do Ceará. Para avaliar a influência da geometria de iluminação foram utilizados dados do SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) e as condições de iluminação presentes no momento da aquisição da imagem de satélite. As imagens do sensor

OLI/LANDSAT 8 representativas das estações chuvosa (junho) e seca (setembro) de 2013, foram utilizadas para caracterização espectral de duas fitofisionomias do bioma caatinga. Essas imagens foram convertidas para valores físicos (fatores de reflectância de superfície) e encontrada as curvas espectrais, além da obtenção do índice NDVI. Os resultados indicaram que a intensidade de refletância da radiação eletromagnética incidente em dosséis do bioma caatinga é influenciada tanto pela sazonalidade climática quanto pela geometria de iluminação decorrentes das características topográficas do relevo, principalmente na estação chuvosa, onde se observa o maior ângulo zenital solar. O NDVI não se mostrou adequado para detectar alterações no comportamento espectral do bioma caatinga durante a estação chuvosa.

PALAVRAS-CHAVE: Sensoriamento remoto. Geometria de Iluminação. Componentes Principais. NDVI.

INFLUENCE OF LANDSCAPE AND CLIMATIC SEASONALITY ON THE NDVI IN A SEASONALLY DRY TROPICAL FOREST

ABSTRACT: The aim of this work was to characterise spectrally forest fragments in the Caatinga biome, and to evaluate the effect of climatic seasonality and topography on the behaviour of the NDVI vegetation index at

different stages of plant regeneration. The study was carried out in the watershed of the Caxitoré River, of approximately 130,000 ha, in the northern region of the State of Ceará. To evaluate the illumination geometry, data from the SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) were used with the lighting conditions present at the time of acquisition of the satellite image. Images from the OLI/Landsat 8 sensor, which were representative of the rainy season (June) and the dry season (September) of 2013 were used for the spectral characterisation of two types of phyto-physiognomy of the Caatinga biome. Images were transformed into physical values (surface reflectance factors) and fitted to spectral curves. Also, NDVI was determined. The results showed that the reflectance intensity of the incident electromagnetic radiation in canopies of the caatinga biome is not only influenced by seasonality, but also by the illumination geometry arising from the topographical characteristics of the terrain mainly during the rainy season, when the greatest value for the solar zenith angle was recorded. The NDVI proved to be unsuitable for detecting changes in the spectral behaviour of the Caatinga biome during the rainy season.

KEYWORDS: Remote sensing. Illumination geometry. Principle Components. NDVI.

1 | INTRODUÇÃO

As florestas secas compreendem pouco menos da metade das florestas tropicais e subtropicais do mundo, além disso, fornecem ampla gama de bens e serviços ambientais, desempenhando papel importante e complexo no apoio aos sistemas agrícolas dos quais milhões de agricultores de subsistência dependem (CHIDUMAYO; GUMBO, 2010). Estão entre os ecossistemas mais ameaçados e degradados em regiões tropicais do mundo (MILES et al., 2006). Corroborando com o supramencionado, tem-se na floresta tropical sazonal seca da Caatinga, uma ecorregião semiárida única. A exploração, feita de forma extrativista pela população local, desde a ocupação do semiárido, tem levado à rápida degradação ambiental. Isso confere, à caatinga, a condição de ecossistema menos preservado e um dos mais degradados do Brasil (ALENCAR; SANTOS, 2014).

Os trabalhos de mapeamento do desmatamento, produtividade de biomassa florestal e estoque de carbono na vegetação demandam tempo, alto investimento, mão de obra especializada, além de algumas metodologias diretas resultarem na eliminação de áreas com vegetação. Diante o exposto as geotecnologias, sobretudo as técnicas de sensoriamento remoto, têm sido alternativa viável em estudos de monitoramento florestais (CANAVESI, 2008; FRANCISCO et al., 2012; PONZONI et al., 2015).

Na prática, muitos fatores podem limitar a acurácia das ferramentas de sensoriamento remoto tais como as resoluções temporal, espacial e espectral do sensor utilizado, a variabilidade espectral dos dosséis analisados, as reflectâncias adicionais à folhagem como, por exemplo, o sub-bosque e o solo, condições de iluminação e o aspecto da topografia (GOODWIN et al., 2005). Das características presentes na curva da reflectância espectral da vegetação, duas têm sido amplamente utilizadas

para seu mapeamento através do sensoriamento remoto: a absorção da energia eletromagnética no intervalo do visível e a reflectância no infravermelho próximo (PONZONI et al., 2012). De acordo com Ponzoni e Shimabukuro (2010), o processo de interação entre a radiação eletromagnética e uma folha depende de fatores químicos (pigmentos fotossintetizantes e água) e estruturais (organização dos tecidos da folha) e pode ser analisado sob os pontos de vista da absorção, transmissão e reflexão da vegetação.

Outro fator importante e que exerce influência nos resultados da aplicação das técnicas de sensoriamento remoto sobre estudos e ou, avaliação da cobertura florestal refere-se ao relevo (CANAVESI et al., 2010). Essa variação de relevo implica, então, diferenças nas quantidades de radiação eletromagnética recebida pelos alvos florestais para um mesmo posicionamento solar (LIESENBERG et al., 2007). Essa ambiguidade potencializada pelo relevo, aliada à questão sazonal, principalmente na região semiárida, torna a caracterização espectral da vegetação uma tarefa complexa (PONZONI et al., 2015).

A reflectância dos alvos pode ser utilizada na geração de índices de vegetação, onde esses são analisados com a finalidade de estabelecer classes temáticas dos elementos da vegetação em relação a outros alvos da superfície terrestre, sendo o NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) o índice mais utilizado (RODRIGUES; RODRIGUES, 2012). Normalmente, trata-se de um índice mais recomendado para florestas tropicais jovens secundárias, pois o NDVI satura com o aumento da área foliar encontrado em florestas mais densas. No entanto, em regiões semiáridas, há menos possibilidade de saturação do NDVI, por causa da baixa densidade de fitomassa e de folhas, na qual, a sua correlação com o índice de área foliar não tem sido limitado em estágios mais avançados de sucessão vegetal (COSTA et al., 2002).

Diante do exposto, este trabalho tem por objetivo avaliar a sensibilidade de dados radiométricos coletados em nível orbital à alteração topográfica, sazonalidade climática e às variações estruturais florestais verificadas em fragmentos florestais conservados e raleados no bioma caatinga.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área experimental

O estudo foi conduzido na bacia hidrográfica do rio Caxitoré, área de aproximadamente 130 mil ha, inserida na macrobacia hidrográfica do rio Curu, entre os quadrantes: 3° 35'45,28" – 4° 06'54,00" S e 39° 16'17,47" – 39° 50'39,88" W, com altitudes médias de 126 m (Figura 1).

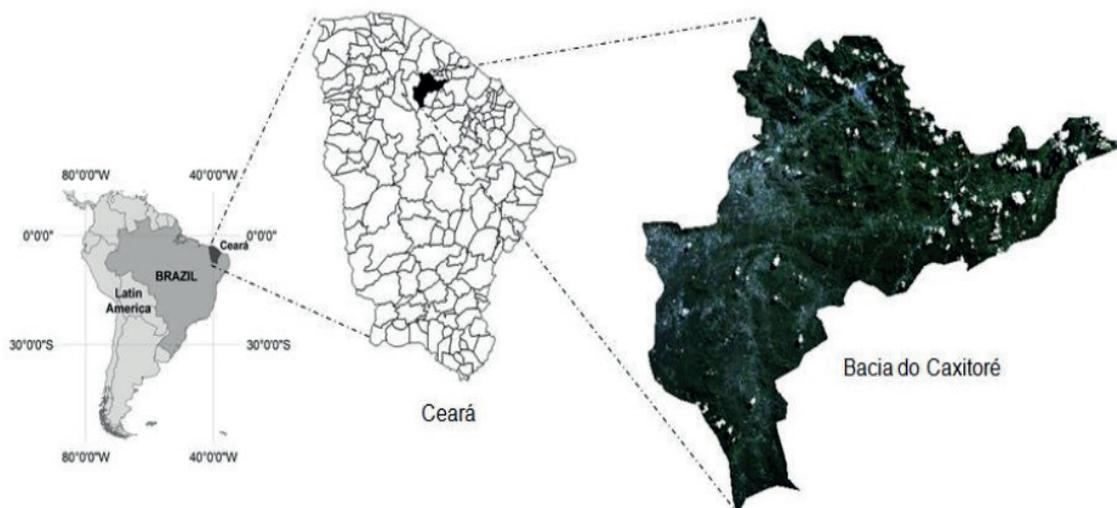


Figura 1 – Localização da área experimental da bacia hidrográfica do rio Caxitoré

Segundo a classificação de Köppen, a zona climática da região é do tipo BSw'h', clima semiárido com precipitações máximas de outono, e temperatura média mensal sempre superior a 18 °C. A precipitação, evapotranspiração e insolação média histórica da região são 817 mm, 2.431 mm e 2.641 h ano⁻¹, respectivamente (CEARÁ, 2015). A vegetação da área em estudo é constituída tipicamente por Caatinga hiperxerófila (Savana estépica), floresta subcaducifólia tropical pluvial, com grande variedade de espécies espinhosas em sucessão ecológica secundária.

Quanto ao relevo da área, este é caracterizado pelas depressões sertanejas, representada por planaltos com variações altimétricas entre 100 a 500 m, destacando solos provenientes da decomposição de minerais primários ricos em gnaisses e quartzitos. Os solos distribuem-se em planaltos formados por processos erosivos, apresentam rochas dispostas paralelamente e subparalelas, dando-lhe forma tabular e de sequências no topo destacando-se os blocos rochosos com altitude em torno de 450 m (SOARES, 2004).

2.2 Definição in loco dos pontos de controles

No georreferenciamento dos pontos de controle representativo de cada estágio sucessional dos fragmentos florestais foi realizado uma expedição preliminar na região no mês de setembro de 2015 (estação seca), estabelecendo-se assim (2) duas diferentes classes: Caatinga em sucessão secundária e Caatinga conservada. Pontos de controle terrestre (PCTs) representativos de ambas as estruturas florestais foram previamente identificados e georreferenciados com auxílio de um Sistema de Posicionamento Global (GPS).

As imagens utilizadas nesta investigação foram obtidas junto ao USGS (United States Geological Survey) na plataforma Earth Explorer. Tratam-se de imagens do satélite OLI/Landsat 8 com as bandas 2, 3, 4, 5, 6 e 7 no modo ortorretificadas, disponíveis no site <http://earthexplorer.usgs.gov/>, referente a órbita 217 e ponto 63.

Empregou-se imagens representativas dos meses de maio (estação chuvosa) e setembro (seca) de 2013.

2.3 Pré-processamento dos dados OLI/Landsat 8

A correção atmosférica das imagens OLI/Landsat 8 foi realizada a partir da rotina FLAASH (Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes) por meio do aplicativo ENVI 4.7 (ADLER-GOLDEN et al., 1999). Os parâmetros da cena, bem como as informações do sensor necessárias para o procedimento da correção atmosférica incluem a coordenada central da cena (-3° 46'48,24" e -39° 36'38,18"), a elevação média da superfície contida na cena (0,126 km), o tipo de sensor (OLI/LANDSAT 8), a altitude do sensor (705 km) e as datas de imageamento (30/05/2013 e 19/09/2013). No processo de classificação da imagem, adotou-se a classificação visual, e para tal além do auxílio do Google Earth pro, empregou-se informações gerais da estrutura da paisagem identificadas durante a fase de visita in loco.

2.4 Dados topográficos

Os dados topográficos da área em estudo foram gerados por Valeriano (2005) a partir da base de dados SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), disponibilizando-os junto ao banco de dados geomorfométrico do Brasil, disponível no site <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>. O projeto TOPODATA oferece o Modelo Digital de Elevação (MDE) e suas derivações locais básicas em cobertura nacional na resolução espacial de 30m.

O Fator de Iluminação foi calculado através da Lei dos cossenos, tendo como referência as imagens, declive e orientação da vertente obtidos das cenas 03s405 e 04s405 do projeto TOPODATA, conforme apresentado na equação 1 (SLATER, 1980; VALERIANO, 2011).

$$FI_{cos} = \text{Cos } \theta_{x,y} \text{Cos } \theta_s + \text{Sin } \theta_{x,y} \text{Sin } \theta_s \text{ Cos}(\phi_{x,y} - \phi_s) \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde:

FI_{cos} = Imagem fator de iluminação (escala de 0 a 2); $\theta_{x,y}$ = declividade ou imagem zênite (rad); θ_s = zênite solar (no momento de aquisição da imagem); $\phi_{x,y}$ = orientação das vertentes ou imagem azimute; ϕ_s = azimute solar (no momento de aquisição da imagem).

A equação foi processada no ENVI 4.7, e por meio da ferramenta matemática de bandas, foi gerada a imagem "Fator de Iluminação" conforme metodologia adotada por Canavesi e Ponzoni (2010) e Ponzoni et al. (2015). O processo de fatiamento foi efetivado no aplicativo ENVI 4.7, gerando uma imagem com três classes de iluminação, as quais foram definidas de acordo com a iluminação que o terreno estava recebendo no momento de aquisição, considerando o aspecto do relevo.

A classe com vegetação situada em terreno inclinado, recebendo iluminação

indireta ou difusa denomina-se pouco iluminada (0,627 – 0,764); enquanto a classe com vegetação recebendo raios solares de maneira uniforme apresentou intervalo do fator de iluminação entre 0,764 e 0,854, e por fim uma classe com predominância de vegetação em terreno inclinado, porém recebendo iluminação direta, denominada iluminada (0,854 – 0,999).

2.5 Caracterização espectral dos estádios de sucessão ecológica

Uma análise a priori da imagem classificada foi feita para selecionar as classes fitofisionômicas que possuíam um número de pixels representativo em termo de área, e posteriormente delimitados, aleatoriamente, parcelas com área de aproximadamente 5 a 40 hectares.

Na definição de amostragem dos fatores de reflectância de superfície (FR) estabeleceu-se o seguinte arranjo experimental: dois estádios de estrutura fitofisionômica da vegetação (caatinga em sucessão secundária x caatinga conservada), 2(duas) estações climáticas e 3(três) fatores de iluminação (iluminada - plana - pouco iluminada). Em cada estrutura fitofisionômica foram delimitadas 30 áreas amostrais, sendo 10 para cada condição de iluminação topográfica. Em cada uma das 10 áreas amostrais extraiu-se informações de fator de reflectância de superfície em 10 pixels distintos totalizando coletas em 1.200 pixels quando se consideraram as duas estações climáticas.

2.6 Índice de vegetação (NDVI)

Uma vez extraídos os valores de reflectância de superfície referente às bandas 4 (vermelho) e 5 (infravermelho próximo) do OLI/LANDSAT 8, calcularam-se as médias do índice de vegetação NDVI (ROUSE et al., 1973), para cada fator de iluminação da respectiva estrutura fitofisionômica, conforme equação 2:

$$NDVI = \left(\frac{\rho_5 - \rho_4}{\rho_5 + \rho_4} \right) \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde: ρ_5 é o fator de refletância no infravermelho próximo [canal 5 (0,85 – 0,88 μm)]; e ρ_4 é o fator de refletância na região do visível (vermelho) [canal 4 (0,64 – 0,67 μm) no OLI/Landsat 8].

Os dados médios de NDVI nas respectivas estruturas fitofisionômicas (caatinga conservada x caatinga em sucessão secundária) foram submetidos à análise de teste de média e confrontados pelo Teste T ($p < 0,05$), através do programa SPSS 16.0 for Windows, e análises gráficas - box-plot.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Comportamento das curvas de reflectância das fitofisionomias da caatinga

De maneira geral, independentemente da estação climática e do fator de iluminação topográfico, a resposta espectral do dossel de ambas fitofisionomias apresentou padrão de comportamento caracterizado pela baixa reflectância nas regiões do azul e vermelho ($0,64 - 0,67\mu\text{m}$) (Pontos P1 e P3; P7 e P8 das Figuras 2a e 2b, respectivamente).

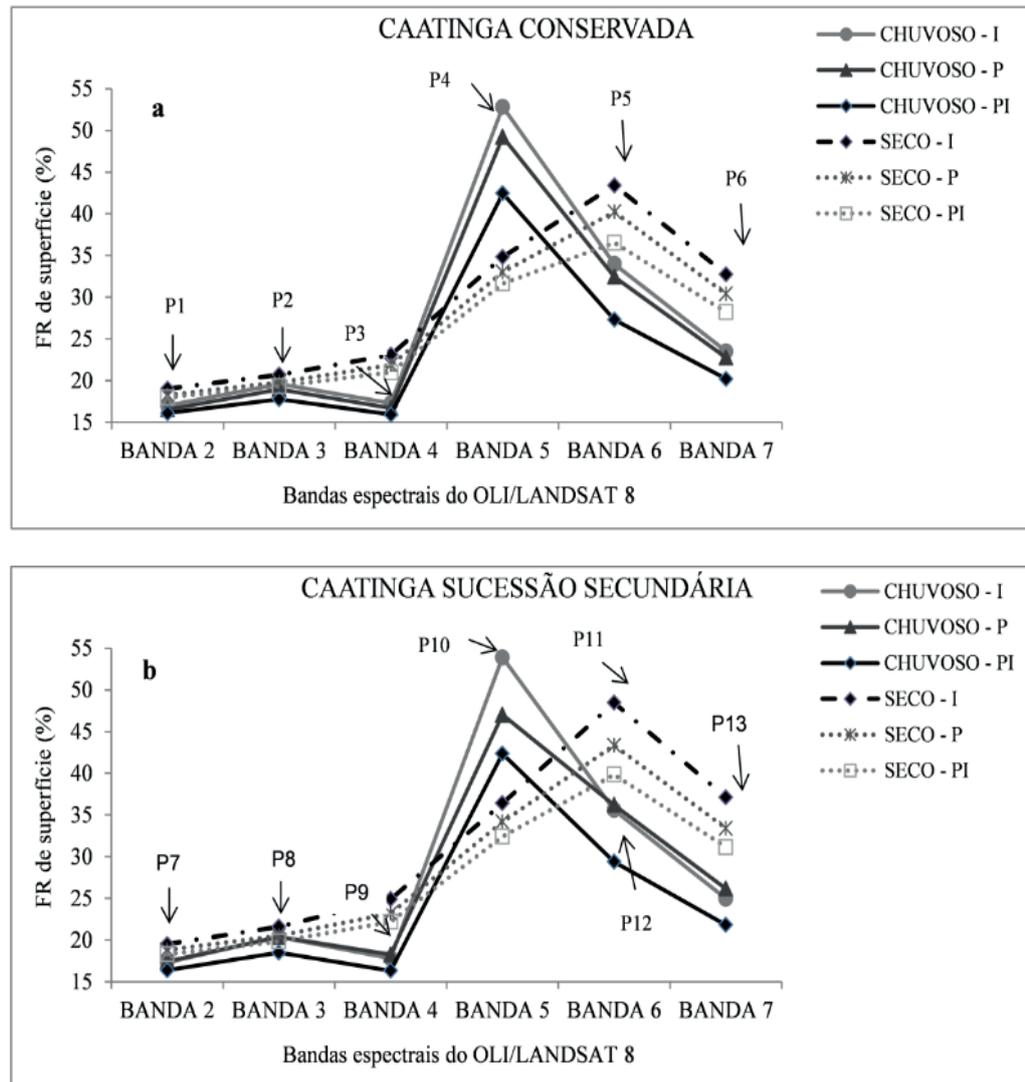


Figura 2 – Curvas do fator de reflectância médio (100 pixels) da caatinga conservada (a) e em sucessão secundária (b), considerando o fator de iluminação na estação chuvosa e seca. I (iluminada); P (Plana) e PI (pouco iluminada).

Observa-se ainda nas Figuras 2a e 2b pequeno aumento da energia refletida na região do verde essencialmente na estação chuvosa (Pontos P2 e P8), além do elevado pico de reflexão no infravermelho próximo ($0,85 - 0,88\mu\text{m}$). O fator de reflectância neste intervalo espectral durante a estação chuvosa foi de 52,8% para vegetação mantida conservada e 53,9% da radiação eletromagnética incidente sobre a superfície da vegetação em sucessão secundária, para condição de topografia submetida à

máxima iluminação (Pontos P4 e P10 das figuras 2a e 2b, respectivamente).

Os pigmentos foliares (comprimentos azul e vermelho do espectro visível) são os principais responsáveis pelo comportamento da reflectância na superfície da vegetação (PONZONI et al., 2012). Portanto, são eles que definem a forma da curva dos fatores de reflectância nessa região espectral. Esses pigmentos, geralmente encontrados nos cloroplastos de folhas fotossinteticamente ativas – clorofila, carotenos e xantofilas – absorvem seletivamente a energia, reduzindo a reflectância. Esta energia é convertida em calor, fluorescência ou em energia armazenada na forma de componentes orgânicos por meio da fotossíntese, conforme destacado por Ponzoni et al. (2012).

Com relação ao ponto na curva do fator de reflectância na região do vermelho (banda 4), em ambas fitofisionomias da caatinga (região acima dos pontos P3 e P9 das figuras 2a e 2b, respectivamente), constatou-se maior quantitativo de energia refletida durante a estação seca quando comparado com a estação chuvosa. Tal comportamento, foi evidenciado, independentemente da cobertura florestal e do fator topográfico. Este comportamento é justificado pela baixa disponibilidade de água no solo durante a estação seca, logo o déficit hídrico interfere nos processos metabólicos das plantas, gerando o fechamento estomático, a redução dos pigmentos fotossintetizantes, além da redução da área foliar em decorrência da queda das folhas e exposição dos elementos de paisagem sub-bosque (PORTES et al., 2006). Portanto, uma vez que no bioma caatinga predominam espécies decíduas, a queda das folhas durante a estação seca resulta em mosaicos espaciais de vegetação com redução de folhagem verde, e conseqüente redução dos pigmentos fotossintetizantes durante a estação seca (JUSTINIANO; FREDERICSEN, 2000).

Logo, a redução da área foliar durante a estação seca resulta na exposição dos galhos secos, da serrapilheira e do solo, conseqüente interação destes alvos com a radiação eletromagnética. Assim, o sinal que chegará ao sensor será uma mistura das propriedades espectrais de todos esses elementos participantes no “brilho” do dossel (GOODWIN et al., 2005). De acordo com Jensen (2011), a ocorrência de áreas com solo nu ou com galhos e necromassa misturados à vegetação verde contribuem para o aumento da reflectância na região do visível, principalmente na região da banda 4. Tal comportamento foi evidenciado neste estudo durante a estação seca (Figuras 2a e 2b).

No entanto, quando se consideram diferentes condições de iluminação, estes espectros crescem em magnitudes diferentes na região do infravermelho próximo (banda 5) durante a estação chuvosa, e na região do infravermelho médio, banda 6 (1,57 – 1,65 μ m) para a estação seca. Tal comportamento foi evidenciado para ambas as fitofisionomias estudadas (Pontos P4 e P5; P10 e P11 das Figuras 2a e 2b, respectivamente). Esse fato, no entanto, não se deve apenas a diferenças estruturais da vegetação, mas sim a diferenças nas condições de iluminação, decorrentes das variações do relevo no momento em que a imagem foi adquirida.

Na condição de maior exposição à iluminação solar durante a estação chuvosa,

constatou-se os maiores fatores de reflectância em ambas as estruturas vegetacionais na região do infravermelho próximo (banda 5), tal comportamento não foi evidenciado para a estação seca. Nesta estação climática, o espalhamento na região do infravermelho médio SWIR (bandas 6 e 7) foi mais evidente, as diferenças em função da topografia foram mais intensas (P5 e P6; P11 e P13). Observa-se ainda nas Figuras 2a e 2b maior diferença entre os espectros da estação chuvosa em decorrência do fator de iluminação (pontos P4 e P10), principalmente no infravermelho próximo (banda 5), fato não evidenciado na região do espectro vermelho (banda 4).

De acordo com Clark et al. (2005), na região do infravermelho próximo, a estrutura interna das folhas, como os espaços de ar e múltiplas camadas de folhas, é quem controla a reflectância, portanto nessa região ocorre absorção pequena da radiação eletromagnética e considerável espalhamento interno da radiação no mesófilo foliar. Sabe-se que quanto mais lacunosa for à estrutura interna foliar, maior será o espalhamento interno da radiação incidente e, conseqüentemente, maiores serão também os valores dos fatores de reflectância (PONZONI et al., 2012).

3.3 Influência da topografia na resposta do NDVI

As alterações espectrais, decorrentes da sazonalidade climática, da geometria de iluminação e visada, da orientação da topografia e características físicas adversas do semiárido brasileiro, determinam a amplitude das curvas do fator de reflectância. Ademais, interferem também na variabilidade nos índices de vegetação em relação a cada tipo, estrutura vegetal e estação climática (NORA; SANTOS, 2010).

A grande diferença nos valores de NDVI entre as estações climáticas monitoradas (Figuras 3a e 3b), é justificado pelos baixos índices pluviométricos do segundo semestre da região e a perda total da biomassa foliar. Comportamento já constatado em vários estudos desenvolvidos em florestas tropicais secas, a exemplo de Ferreira et al. (2012).

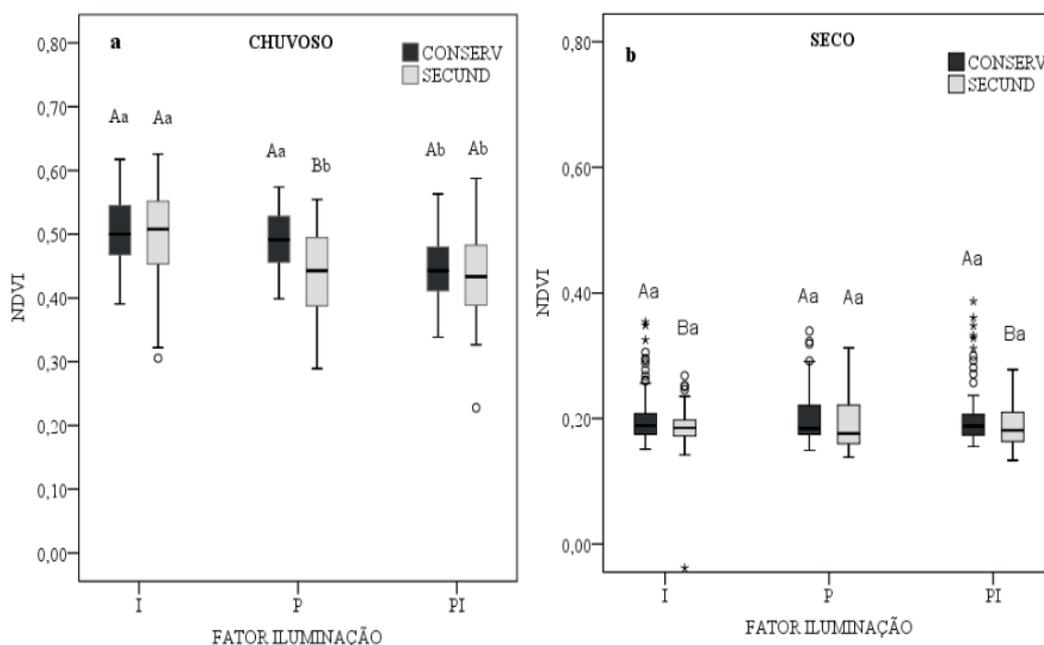


Figura 3 – Valores de NDVI para as três condições de iluminação topográfica (I – iluminada, P – plana, PI – pouco iluminada) em duas fitofisionomias da caatinga (conservada x sucessão secundária) na estação chuvosa (a) e seca (b). Letras maiúsculas iguais dentro de cada fator de iluminação, e minúsculas em cada cobertura vegetal (CONSERV, SECUND) não diferem estatisticamente através do Test T a 5% de significância

De acordo com Ponzoni e Shimabukuro (2010), o NDVI apresenta alta correlação com a quantidade de clorofila presente na vegetação. Em períodos de alta atividade fotossintetizante os valores de NDVI tendem a aumentar, o contrário ocorre quando as espécies da caatinga perdem suas folhas na estação seca.

Para a imagem investigada durante a estação chuvosa (maio/2013), os valores de NDVI entre a vegetação conservada e em sucessão secundária não apresentaram diferença estatística ($p > 0,05$), tanto para a classe iluminada quanto para pouco iluminada (Figura 3a).

Portanto, esta é uma evidência de que a estrutura variável do dossel da caatinga em estágio sucessional, possivelmente armazena uma grande parte de sua biomassa fotossinteticamente ativa na camada inferior do estrato durante o período chuvoso. Áreas amostrais em condições de intensa luminosidade com espécies vegetais herbáceas e arbustivas localizadas em maior intensidade no sub-bosque herbáceo, apesar de ser individualmente em menores portes são, todavia, semelhantes espectralmente às áreas com árvores de porte médio a alto encontradas na caatinga conservada (CASTILHO et al., 2012).

No entanto, para o período seco, o padrão de resposta espectral com o uso de NDVI diminuiu a similaridade de pixel com alvos de vegetação distintas (Figura 3b), fato também encontrado por Francisco et al. (2012). Liesenberg et al. (2007), estudando o efeito da sazonalidade e da geometria de visualização na discriminação de cinco fitofisionomias da savana brasileira, constataram, assim como evidenciado na Figura 3, que a precisão na separação de vegetação melhorou da estação chuvosa

para a estação seca.

Tal comprovação inviabiliza o uso isoladamente do NDVI na inferência da estrutura do dossel e/ou estoque de biomassa no bioma caatinga, principalmente durante a estação chuvosa. Uma opção seria o emprego de outros índices de vegetação e umidade, além da combinação de imagens multiespectrais ou hiperespectrais com dados de altimetria de varredura a laser através do emprego de sensores ativos, tais como radares (também conhecido como LIDAR).

A diferenciação espectral entre as estruturas vegetacionais foi mais evidente na estação seca (classes iluminada e pouco iluminada), bem como na classe plana na estação chuvosa (Figuras 3a e 3b). Observa-se que apenas na estação chuvosa, o fator de iluminação decorrente da ondulação topográfica e geometria de iluminação atuaram negativamente no comportamento espectral da vegetação, justificado pela diferenciação através do Test T a 5% de significância entre os valores de NDVI das fitofisionomias florestais.

4 | CONCLUSÕES

Mesmo em condições de latitudes inferiores a 5° Sul, a intensidade de reflectância da radiação eletromagnética incidente em dosséis do bioma caatinga é influenciada tanto pela sazonalidade climática quanto pela geometria de iluminação decorrentes das características topográficas do relevo principalmente no período chuvoso;

A maior reflectância na região do infravermelho próximo durante o período chuvoso em magnitudes não proporcionais à absorção na região do vermelho, não se deveu apenas a diferenças estruturais da vegetação, mas principalmente a diferença nas condições de iluminação decorrentes das variações do relevo;

O NDVI não se mostrou adequado para detectar alterações no comportamento espectral do bioma caatinga durante o período chuvoso. Isto se deve ao fato deste índice envolver em suas fórmulas a banda relativa ao vermelho (banda 4), que foi a menos sensível às alterações estudadas. Tal comprovação inviabiliza o uso isoladamente do NDVI na inferência da estrutura do dossel e/ou estoque de biomassa no bioma caatinga, principalmente durante o período chuvoso;

A consistência dos resultados entre as estações chuvosa e seca conferiu grau de confiabilidade à interpretação dos resultados. Essa informação é relevante, pois dá maior segurança àqueles interessados na caracterização espectral da vegetação ao longo do tempo e no uso do NDVI para estimativa do acúmulo da biomassa e estoque de carbono em florestas secas do semiárido brasileiro.

REFERÊNCIAS

ADLER-GOLDEN, S.M.; MATTHEW, M.W.; BERNSTEIN, L.S.; LEVINE, R.Y.; BERK, A.; RICHTSMIEIER, S.C.; ACHARYA, P.K.; ANDERSON, G.P.; FELDE, G.; GARDNER, J.; HIKE, M.; JEONG, L.S.; PUKALL, B.; MELLO, J.; RATKOWSKI, A.; BURKE, H. Atmospheric correction for shortwave spectral imagery based on MODTRAN4. **SPIE Proceeding Imaging Spectrometry**, v.

3753, p. 61-69, 1999.

ALENCAR, M. L. S.; SANTOS, E. I. Uso de SIG na análise qualitativa do uso do bioma caatinga na bacia do rio Sucuru. **Anais... I Seminário Regional Sobre Potencialidades do Bioma Caatinga**, Sumé – PB, p. 52-56, 2014.

CANAVESI, V.; PONZONI, F. J. Caracterização espectral de plantios de Eucalyptus utilizando dados Hyperion EO-1 e SRTM. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 6, edição especial, 2010.

CEARÁ, Governo do Estado do Ceará. **Municípios Cearenses**. Disponível em: <http://www.ceara.gov.br/municipios-cearenses/802-municipios-com-a-letrap#munic-pio-pentecoste>. Acesso em: 22 de out 2015.

CHIDUMAYO, E.; GUMBO, D. **The Dry Forests and Woodlands of Africa: Managing for Products and Services**. London: 2010, Earthscan. Disponível: http://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/BGumbo1001.pdf. Acesso em: 11 de Nov. 2015.

CLARK, M.L.; ROBERTS, D.A.; CLARK, D.B. Hyperspectral discrimination of tropical rain forest tree species at leaf to crown scale. **Remote Sensing of Environment**, v. 96, n.3, p. 357-398, 2005.

COSTA, T. C. C.; ACCIOLY, L. J. O.; OLIVEIRA, M. A. J.; BURGOS, N.; SILVA, F. H. B. B. Phytomass mapping of the “Seridó Caatinga” vegetation by the plant area and the normalized indices. **Scientia Agricola**, v.59, p.707-715, 2002.

FERREIRA, J. M. S.; FERREIRA, H. S.; SILVA, H. A.; SANTOS, A. M.; GALVÍNCIO, J. D. Análise Espaço-Temporal da Dinâmica da Vegetação de Caatinga no Município de Petrolina – PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, p. 904-922, 2012.

FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. B.; CHAVES, L.H.G.; LIMA, E.R.V.; BRANDÃO, Z.N.; SILVA, B.B. Análise espectral e avaliação de índices de vegetação para o mapeamento da caatinga. In: Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto – GEONORDESTE, 6, 2012. Aracaju. **Anais... Aracaju – SE**.

GOODWIN, N.; TURNER, R.; MERTON, R. Classifying Eucalyptus forests with high spatial and spectral resolution imagery: an investigation of individual species and vegetation communities. **Australian Journal of Botany**, v. 53, n. 4, p. 337-345, 2005.

HOEKSTRA, J. M.; BOUCHER, T. M.; RICKETTS, T. H.; ROBERTS, C. Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. **Ecology Letters**, v. 8, p.23-29, 2005.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. 2. ed. São Paulo: Editora Parêntese, 2011. 672 p.

LIESENBERG, V.; GALVÃO, L. S.; PONZONI, F. J. Variations in reflectance with seasonality and viewing geometry: Implications for classification of Brazilian savana physiognomies with MISR/Terra data. **Remote Sensing of Environment**, v.107, p.276-286, 2007.

MILES, L.; NEWTON, A. C.; DEFRIES, R. S.; RAVILIOUS, C.; MAY, I.; BLYTH, S.; KAPOV, V.; GORDON, J. E. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. **Journal of Biogeography**, v.33, p.491-505, 2006.

NORA, E. L. D.; SANTOS, J. E. Análise da dinâmica sazonal de duas formações florestais do bioma mata atlântica com base em índices de vegetação. **PERSPECTIVA, Erechim**. v.34, n.125, p. 41-51, 2010.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento remoto da vegetação**. 2ª

edição – atualizada e ampliada. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 160p.

PONZONI, F. J. SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos: Parêntese, 2010, 127p.

PONZONI, F. J.; PACHECO, L. R. F.; SANTOS, S. B.; ANDRADES FILHO, C. O. Caracterização espectro-temporal de dosséis de *Eucalyptus* spp. mediante dados radiométricos TM/LANDSAT5. **Cerne**, v. 21, n. 2, p. 267-275, 2015.

PORTES, M. T.; THIAGO H. ALVES, T. H.; SOUZA, G. M. Water deficit affects photosynthetic induction in *Bauhinia forficata* Link (Fabaceae) and *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (Rutaceae) growing in understorey and gap conditions. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 18, n. 4, p. 491-512, 2006.

RODRIGUES, M. T.; RODRIGUES, B. T. Aplicação do Índice da Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) em imagens CBERS 2B no município de Botucatu-SP. **BioEng**, v.6 n.3, p. 139-147, 2012.

ROUSE, J.W.; HAAS, R.H.; SCHELL, J.A.; DEERING, D.W. **Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS**. In Earth Resources Technology Satellite- 1 Symposium,3, 1973. Proceedings. Washington, 1973, v.1, Sec. A, p. 309-317.

SLATER, P. N. **Remote Sensing: Optics and Optical Systems**. Addison-Wesley, Reading MA, USA. 1980.

SOARES, F. M. Levantamento dos Aspectos Físicos-Naturais da Bacia do Rio Curu – CE. **Revista de Geologia**, v. 17, n. 1, 52-73, 2004.

VALERIANO, M. D. M. Cálculo do fator topográfico de iluminação solar para modelagem ecofisiológica a partir do processamento de Modelos Digitais de Elevação (MDE). In: INPE (Ed.), **Anais... XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Curitiba PR, Brazil, p. 5933–5940, 2011.

VALERIANO, M. M. Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12, 16 a 21 abr. 2005, Goiânia. **Anais...São José dos Campos: INPE**, 2005. Artigos. p. 3595-3602.

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

Data de Aceite: 03/01/2020

Greici Joana Parisoto

Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
Porto Alegre - RS.

Samanta Ongaratto Gil

Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
Porto Alegre - RS.

Ivaneli Schreinert dos Santos

Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
Porto Alegre - RS.

Camila Soares Cardoso

Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
Porto Alegre - RS.

Letícia de Oliveira

Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
Porto Alegre - RS.

RESUMO: Programas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), especificamente em recursos hídricos, têm trazido oportunidades para o meio rural através de compensações financeiras, estimulando as mudanças de comportamento no agronegócio, também criando uma conscientização ambiental, melhoria da qualidade da água e preservação de matas nativas ou restauradas, incluindo atividades do Agronegócio. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão

bibliométrica a fim de analisar os artigos que abordam PSA Hídricos e sua relação com a Agricultura, na base de dados Scopus. Classifica-se como pesquisa exploratória e descritiva, pois visa explorar a produção científica internacionalmente, no período entre 2007 a 2017, buscando apresentar, quantitativamente, como o tema tem sido abordado no meio científico ao longo do tempo. O estudo propiciou a representação da evolução científica sobre o tema, principais palavras chaves indexadas, tipos de estudos e periódicos mais ativos dentro do problema de pesquisa. Foi possível identificar um aumento recente nas publicações a respeito do tema, o qual vem sendo introduzido mais programas deste cunho nas propriedades agrícolas, principalmente no Brasil e China. Pesquisas de estudo de caso tem dominado o tema, o que pode estar relacionado ao alto número de novos programas implementados ao redor do mundo e a preocupação deste recurso para o futuro. Com o aumento recente das publicações e novos projetos, sugere-se realizar novas pesquisas neste perfil.

PALAVRAS-CHAVE: Pagamento por serviços ambientais, recursos hídricos, sustentabilidade, conservação.

ABSTRACT: Payment for Ecosystem Services (PES) programs, specifically in water resources, have brought opportunities for the rural environment through financial compensation, stimulating changes in agribusiness behavior, also creating environmental awareness, improving water quality and preserving forests native or restored, including Agribusiness activities. Therefore, the objective of this work was to carry out a bibliometric review in order to analyze the articles that address PES Water and its relationship with Agriculture in the Scopus database. Classified as exploratory and descriptive research, because it seeks to explore the scientific production internationally, in the period from 2007 to 2017, seeking to introduce, quantitatively, as the topic has been discussed in the scientific world over time. The study provided the representation of scientific evolution on the theme, key indexed keywords, types of studies and more active journals within the research problem. It was possible to identify a recent increase in the publications on the subject, which has been introduced more programs of this kind in agricultural properties, mainly in Brazil and China. Case study research has dominated the subject, which may be related to the high number of new programs implemented around the world and the concern of this resource for the future. With the recent increase of publications and new projects, it is suggested to carry out new research in this profile.

KEYWORDS: Payment for ecosystem services, water resources, sustainability, conservation.

1 | INTRODUÇÃO

Pagamento por serviços ambientais (PSA) é uma ferramenta de valoração do meio ambiente no qual o protetor da natureza recebe para preservá-la, especificamente em preservar o solo e a água, aumentando a quantidade e qualidade da água. Conforme mostra o

site da Agência Nacional de Águas (ANA) do Programa Produtor de Água, “esses projetos são voltados para produtores rurais que se proponham a adotar práticas e manejos conservacionistas em suas terras com vistas à conservação de solo e água” (ANA, 2009).

Segundo sumário do Programa Produtor de Água (2009, p.5) existe uma “correlação entre o uso agrícola do solo e a depreciação de seus atributos [...] e a implementação de práticas conservacionistas é a melhor forma de mitigar esses impactos, evitando o êxodo rural ou a migração da produção”.

Associando-se a estas ideias, a UN Water, da ONU, publicou o seu Relatório Anual de Desenvolvimento dos Recursos Híbridos – Água e Empregos (2016), explicando que a água é um componente essencial para a economia, ressaltando que a relação do trabalho com os recursos hídricos e naturais é dependente em oito setores: agricultura, silvicultura, pesca energia, manufatura com uso intensivo de

recursos, reciclagem, construção e transporte.

O PSA não visa somente às compensações financeiras, vai além, estimulando as mudanças de comportamento dos produtores rurais, criando uma conscientização ambiental, melhoria da qualidade da água e preservação de matas nativas ou restauradas. Destaca-se também seu potencial gerador de emprego e renda para aqueles que desejam ficar nas áreas rurais, evitando o êxodo rural.

Desta forma, o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão bibliométrica a fim de analisar os artigos que abordam Pagamento por Serviços Ambientais Hídricos e sua relação com a Agricultura, na base de dados Scopus. Para fornecer uma visão e compreensão, o documento introduz o assunto, primeiro fornecendo uma visão geral sobre PSA e especificidades do tema. Seguido pelos procedimentos e metodologia utilizada para buscar e analisar as informações. Na seção seguinte são apresentados os resultados da pesquisa assim como sua discussão, finalizando com os principais pontos encontrados sobre o tema e sugestão de trabalhos futuros.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

O ano de 2003 foi considerado o Ano Internacional da Água Potável e também foi criada a 'ONU Água', responsável por publicar o Relatório de Desenvolvimento Mundial da Água, desenvolvido pelas Nações Unidas para analisar os dados e tendências que afetam os recursos mundiais de água doce. Toda esta movimentação para preservar, recuperar e proteger este bem valioso mostra seu valor primordial para a saúde humana, para o desenvolvimento e o futuro do planeta (ONU, 2018).

Entretanto, por muito tempo a água foi tratada como infinita e esta relação de abuso tem ocasionado a degradação ambiental do planeta (ONU, 2018). Conforme mostra o inciso II, do artigo 1º, da Lei das Águas nº 9.433/97, “a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico” (BRASIL, 1997, p.1).

Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) é uma ferramenta, dentre muitas, para a valoração destes ecossistemas naturais e Jardim (2010) reforça que o PSA é um instrumento econômico que pode auxiliar na gestão ambiental.

Apresenta-se como uma política pública para proprietários de terras que possuem ecossistemas naturais em suas propriedades e tenham o interesse de preservá-los ou recuperá-los, isto é, os proprietários que estão trabalhando em conjunto com o Estado ou iniciativa privada, através de um programa, recebem um valor monetário em troca da preservação. Moraes (2012) explica:

A ideia básica do Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) é a de que os beneficiários externos dos Serviços Ambientais (SA) devem realizar pagamentos diretos aos provedores desses serviços, proprietários do recurso ambiental, geralmente rural, mediante contratos e condições que garantam que estes adotarão as práticas de conservação e/ou restauração dos ecossistemas (MORAES, 2012, p.44).

O PSA utiliza-se do Princípio do Protetor-Recebedor, que visa recompensar quem preserva a natureza e o meio ambiente, além disso, estimular mais ações de preservação. Este princípio parte da premissa que o indivíduo (um produtor rural) que voluntariamente decide participar de uma PSA e assume a responsabilidade de preservar a natureza para um bem maior, para um bem de todos, indiretamente tem uma perda financeira, perda de áreas de produção, e conseqüentemente cria uma desvantagem na competitividade econômica.

Neste contexto, o PSA destina-se como uma fonte monetária de preservação da natureza e ao mesmo tempo como uma alavanca financeira para o desenvolvimento sustentável dos territórios rurais e a manutenção da população rural no campo. Outras vantagens são destacadas no PSA:

A prática vem demonstrando ser eficaz em diversos países, considerando que os serviços de preservação de recursos hídricos, regulação de gases de efeito estufa, prevenção de erosão, biodiversidade e ecossistemas exercem um papel de grande importância para as atividades econômicas, necessitando, portanto, atribuir-lhes valor monetário (MORAES, 2012, p.46).

Moraes (2012) ressalta que programas como este têm surgido como alternativas para o desenvolvimento sustentável, sempre conciliando a preservação ambiental com a melhoria das condições socioeconômicas dos proprietários rurais. Cabe citar que o princípio básico do PSA é reconhecer que o meio ambiente fornece gratuitamente bens e serviços que permitem a sobrevivência e bem-estar do homem. Além disso, argumenta que a economia de mercado não pode mais desconsiderar os recursos e usos da natureza, tendo que empregá-la como um de seus elementos.

3 | MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo descreve-se como uma pesquisa exploratória e descritiva, conforme Vergara (2013). Através de um estudo bibliométrico, com vistas a aprimorar ideias sobre o tema Pagamento por serviços ambientais (PSA), estritamente relacionados a recursos hídricos, e analisar quantitativamente as produções científicas no período de 2007 a 2017.

A base de dados utilizada foi o Scopus, para a composição da amostra, acessado através do Portal da Biblioteca da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) disponibilizado pelo Periódico da CAPES, a pesquisa foi realizada no dia 03 de agosto de 2018, optou-se por pesquisar nos campos título, resumo e palavras-chave (Topic). Foram utilizadas as palavras-chaves: “Payment* for Ecosystem Service” AND Water* AND Agr*. A primeira palavra-chave, por se tratar de um termo técnico, encontra-se entre aspas com a finalidade de não buscá-las isoladamente e com o asterisco em Payment assim buscando suas variações. Concomitantemente, na segunda e terceira palavra, empregou-se somente o asterisco, buscando suas diversas variações. Estas

duas palavras foram escolhidas para limitar as buscas relacionadas a recursos hídricos no agronegócio. Só foram considerados os documentos categorizados como artigos.

Desta forma, foi alcançado um total de 60 documentos. Após realizou-se uma breve leitura de todos os artigos para identificar quais estavam relacionados com recursos hídricos e agronegócio, nesta etapa nove (09) artigos foram excluídos porque o objetivo não estava relacionado com o presente estudo. Três (03) artigos foram descartados pelo texto não estar disponível e um (01) por ser repetido. Portanto foram considerados 47 documentos científicos para a análise bibliométrica, conforme mostra a Figura 1.

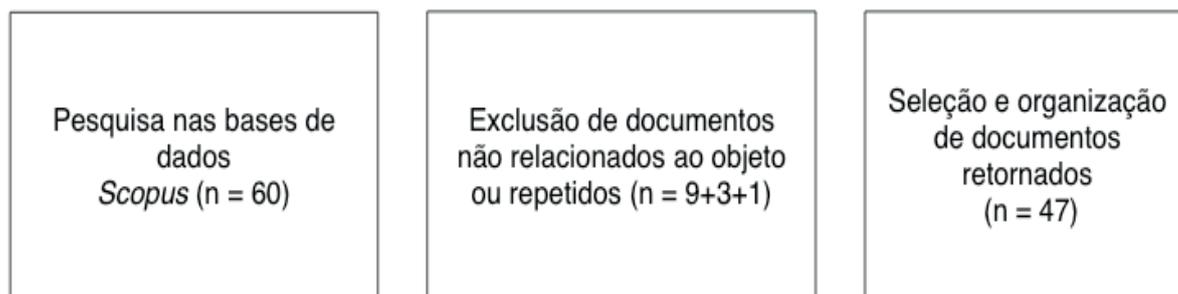


Figura 1. Processo de coleta, seleção e organização para levantamento da literatura. Fonte: Os autores, com dados da pesquisa.

Os dados coletados foram analisados utilizando o Software Microsoft Excel®. Nos artigos considerados, foram analisados os seguintes aspectos: os periódicos onde foram publicados, ano de publicação, o país de origem do estudo, o país ou região analisada pelo documento científico, o tema principal, as palavras-chave dos artigos, autores, área de estudo categorizada pelo Scopus, afiliação do documento e procedimentos técnicos utilizados para seu desenvolvimento. Após foram elaborados gráficos, tabelas e uma nuvem de palavras para uma melhor visualização dos resultados.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando um cenário internacional, percebeu-se que na base de dados Scopus sobre PSA um volume maior e mais significativo se deu no ano de 2016 (Figura 2). Tal fato pode estar ligado ao estabelecimento da Agenda 2030, concluída em agosto de 2015, isto é, um conjunto de ações, programas e diretrizes que orientarão os trabalhos das Nações Unidas e de seus países membros rumo ao desenvolvimento sustentável a serem implementados de 2016 a 2030. O objetivo de número 6 da Agenda 2030, disponível no portal da ONU, é: “Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos”. Ademais o item 6.6 deste objetivo reforça: “até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos” (ONU, 2018).

As publicações analisadas iniciam-se em 2007 e vão até o ano de 2017 com

destaque para o crescimento surgido a partir de 2011 e maior concentração em 2016, após uma queda drástica em 2015, quando as publicações pulam de 02 para 10, conforme mostra a Figura 2.

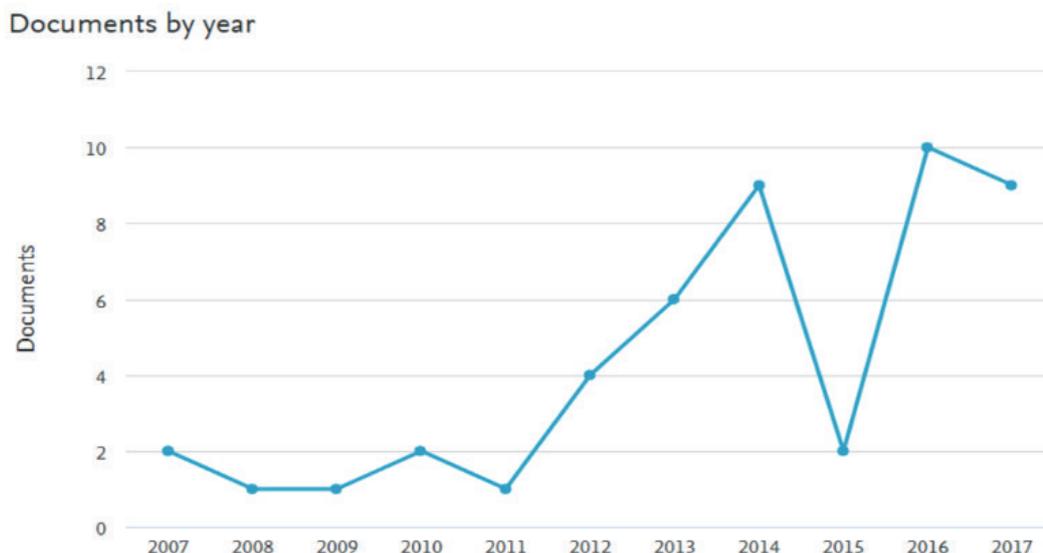


Figura 2. Evolução do nº publicações, Scopus, no período de 2007 a 2017. Fonte: *Scopus*.

Os países dos periódicos que mais tiveram publicações sobre o tema no analisado foram Estados Unidos (19), Brasil (12), China e Reino Unido com 07 publicações cada, seguidos por Espanha (05), Alemanha e Holanda (04), França e Indonésia (03) e Canadá (2). Na Figura 3, nota-se que o Brasil está em segundo lugar, portanto é interessante destacar que no Brasil a Agência Nacional de Águas (ANA) desenvolveu o Programa Produtor de Água, voltado à proteção hídrica no Brasil. Os projetos têm adesão voluntária e são voltados a produtores rurais que se proponham a adotar práticas e manejos conservacionistas em suas terras com vistas à conservação de solo e água, melhorando a qualidade e a disponibilidade da água (ANA, 2018).

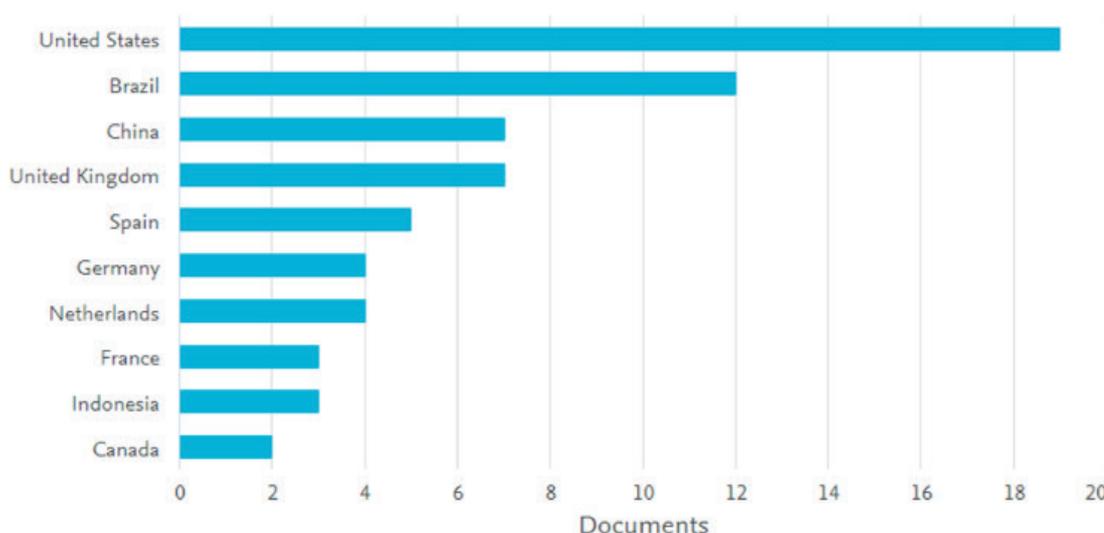


Figura 3. Principais países que publicaram sobre PES, na base de dados Scopus, (2007 a 2017). Fonte: *Scopus*.

Num segundo momento, foram identificados o país ou região analisada pelos artigos utilizados neste estudo, isto é, existe uma diferenciação do país que publicou o documento científico com a região analisada pelo mesmo.

Conforme mostra a Figura 4, o Brasil está novamente em destaque (11), seguido pela China (07), Reino Unido (04) e Espanha, Quênia e Vietnã com dois cada. Vale destacar, que dos artigos analisados, dois trabalharam com uma visão Global dos PES buscando identificar os programas no mundo.

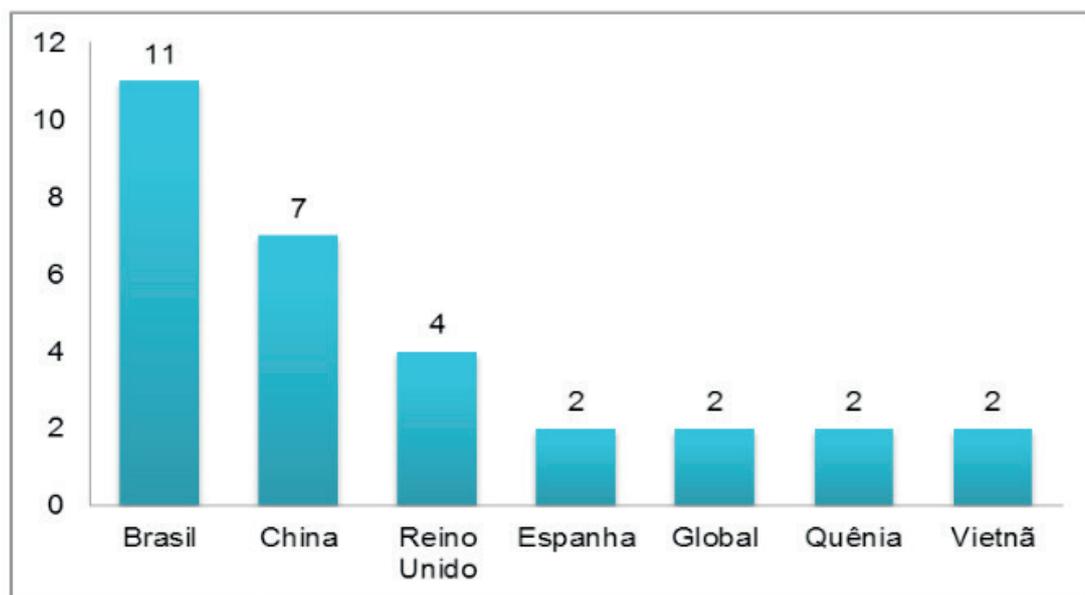


Figura 4. Principais países ou região analisados pelos artigos. Fonte: Os autores, com dados da pesquisa.

Segundo o site da ANA, existem atualmente no Brasil 17 programas ativos de Produtores de Água, em nove (09) Estados Brasileiros (Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Pará, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Sergipe e São Paulo) e 01 (um) no Distrito Federal (ANA, 2018).

Quanto às classificações metodológicas, 64% dos artigos se encaixam em Estudo de caso, 23% pesquisa documental, 11% levantamento e somente 2% pesquisa experimental (Figura 5).

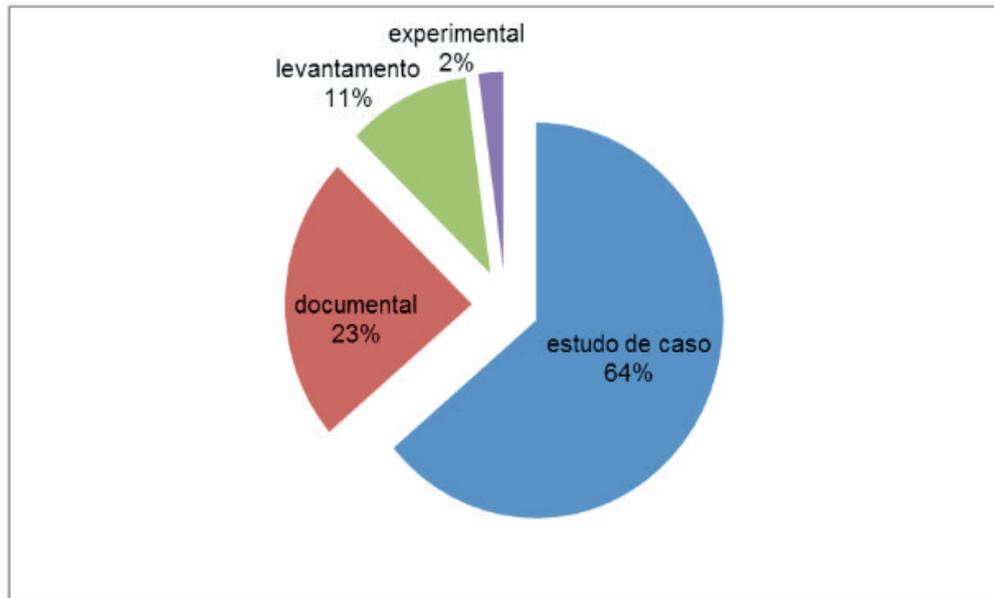


Figura 5. Frequência das metodologias abordadas nos artigos, na base de dados Scopus (2007 a 2017). Fonte: Os autores, com dados da pesquisa.

Os periódicos que apresentaram maior número de publicações científicas relativas ao tema da pesquisa foram o Ecosystem Services com seis publicações, Land Use Policy e Revista Ambiente e Água com três trabalhos cada, e conseqüentemente com dois trabalhos cada, os seguinte periódicos: Ecological Economics, Ecology and Society, Global Environmental Change, PLoS ONE e Shengtai Xuebao/ Acta Ecologica Sinica (Figura 6).

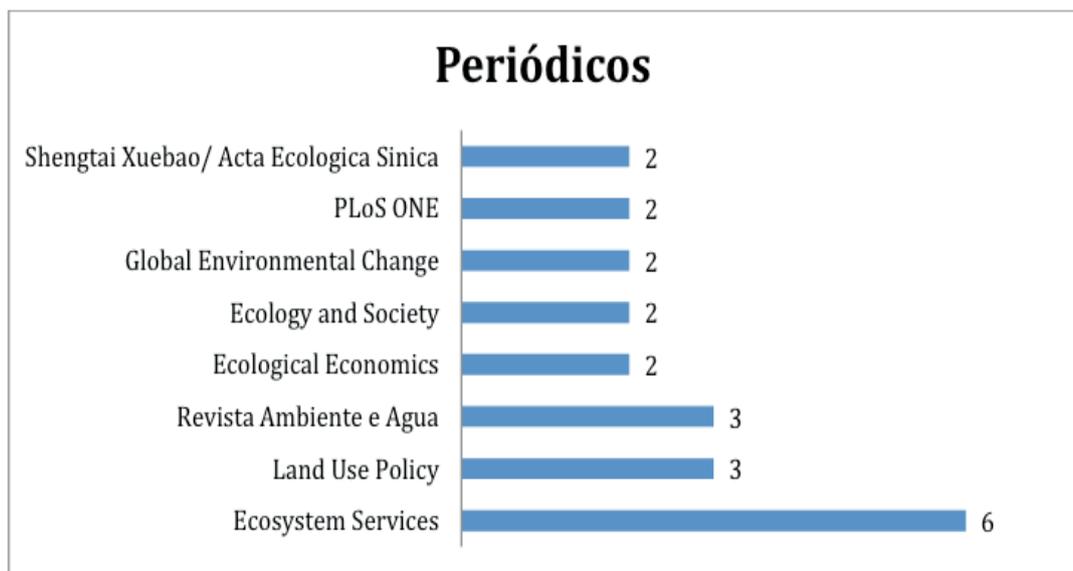


Figura 6. Periódicos que mais publicaram sobre o tema. Fonte: Os autores, com dados da pesquisa.

Nas Figuras 7, 8 e 9 apresentam os principais autores (Figura 7), as instituições vinculadas (Figura 8) e as áreas de estudo (Figura 9). Percebe-se que não ficou evidenciada uma concentração de grande número de autores por artigo, nos 10

primeiros colocados, só o primeiro autor tem 3 artigos, os outros apresentam 2 artigos cada.

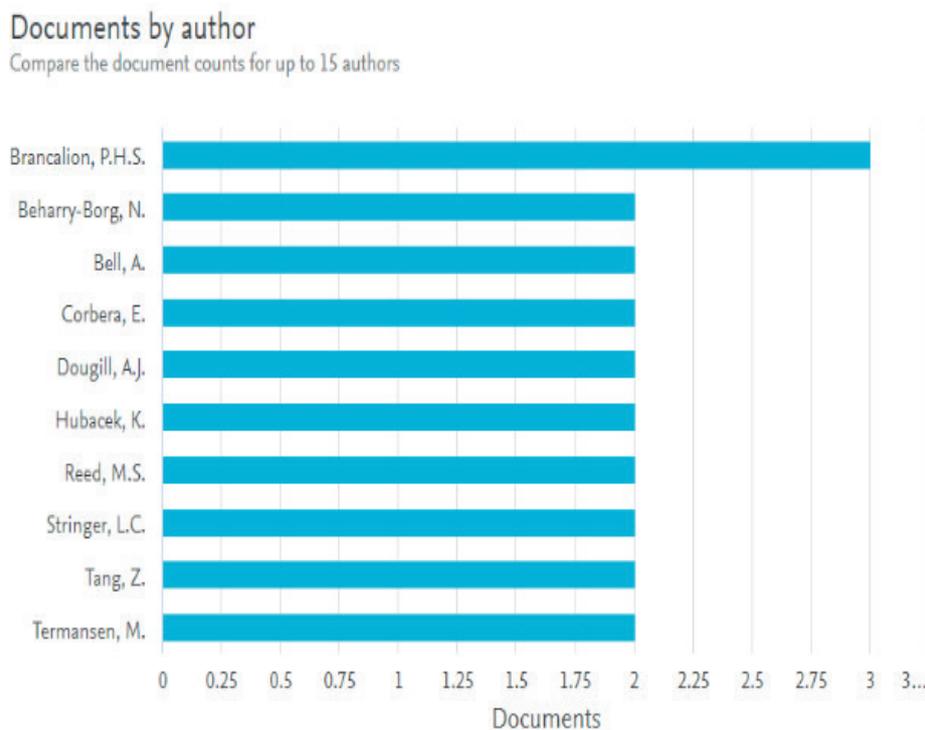


Figura 7. Autores que mais publicaram sobre o tema. Fonte: Scopus.

Em se tratando das instituições que mais publicaram nesta amostragem, dentre as 10 primeiras colocadas, o Brasil apresentou 3 instituições, sendo em primeiro lugar a Universidade de São Paulo – USP, em quarto lugar a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e a Universidade Federal do Rio de Janeiro em sétimo. Fato este que corrobora com a posição do Brasil entre os principais países ou região analisados (Brasil com 11 documentos científicos) e os principais países que publicaram sobre PES nesta amostragem (Brasil com 12) respectivamente representadas pelas figuras 3 e 4 deste estudo. A Chinese Academy of Sciences ficou em terceiro lugar, sendo que reforça a posição da China entre os principais países ou região analisados (China com 7 documentos científicos) e os principais países que publicaram sobre PES nesta amostragem (China com 7) também representadas pelas figuras 3 e 4 deste estudo.

Documents by affiliation

Compare the document counts for up to 15 affiliations

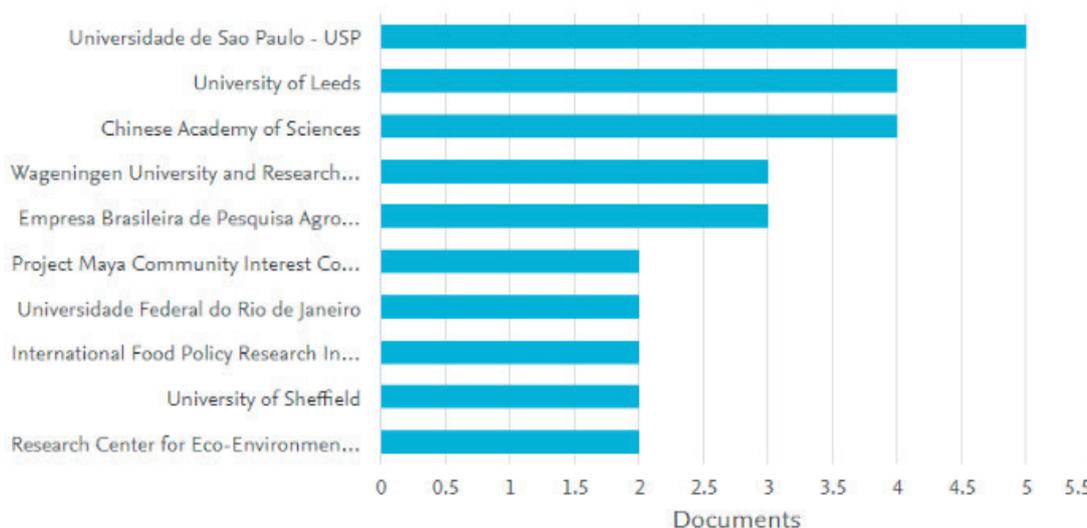


Figura 8. Instituições que mais publicaram sobre o tema. Fonte: Scopus.

Nas áreas de estudo, categorizadas pelo Scopus, as 03 primeiras são: Environmental Science com 38,8%, Agricultural e Biological Science com 24,5% e Social Sciences com 18,4%.

Documents by subject area

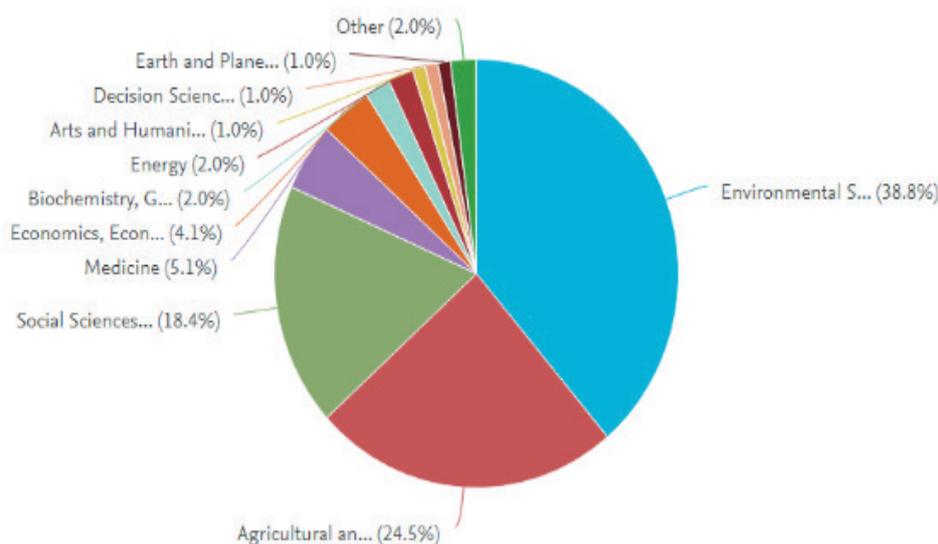


Figura 9. Áreas de estudo que mais publicaram sobre o tema. Fonte: Scopus.

Por fim, na figura 10 estão descritas as palavras-chave mais freqüentes nos documentos encontrados para a pesquisa, com destaque para Forest, PaymentsEcosystem, Water, Watershed, Restoration, Management e Participation. Nota-se que o termo Payment (Pagamento) foi um dos mais freqüentes, em suas diversas variações.



Figura 10. Word Cloud com as palavras-chave mais presentes os artigos. Fonte: Os autores, com dados da pesquisa.

5 | CONCLUSÕES

Este estudo se propôs a identificar e analisar as principais características da produção científica publicada em forma de artigo nos últimos dez anos (2007 até 2017), na base de dados do Scopus, sobre a relação de Pagamento por Serviços Ambientais Hídricos com a Agricultura. Foram analisados 47 artigos.

Conforme resultado apresentado, mesmo sendo um assunto relativamente novo, é possível identificar que há um aumento recente nas publicações sobre o assunto, mesmo que o uso da água na agricultura seja um assunto discutido há muito tempo. O papel da conscientização e da preocupação com os serviços ecossistêmicos é essencial para este tipo de estudo, ficando evidente o papel da China e do Brasil neste campo de pesquisa.

Pesquisas de estudo de caso têm dominado o tema, o que pode ser explicado pelo alto número de novos programas que têm surgido e a necessidade de avaliar sua eficácia.

Este estudo apresenta algumas limitações, pois as análises são efetuadas a partir da produção científica disponível em uma base de dados específica. Deste modo, foram desconsiderados outros artigos que não estavam na base escolhida. Sugere-se, para pesquisas futuras, ampliar a revisão utilizando outras formas de publicação e outras bases de busca.

REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de águas. **Programa Produtor de Água** – Brasília: ANA; SUM, 2009 – Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/todos-os-documentos-do-portal/documentos-sip/produtor-de-agua/documentos-relacionados/folheto.pdf>> Acesso em 04 ago. 2018.

BRASIL, **Lei das águas - Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em: 04 ago. 2018.

JARDIM, M. H. Dissertação de mestrado. **Pagamentos por serviços ambientais na gestão de recursos hídricos: o caso de município de Extrema/MG**. Universidade de Brasília. Brasília-DF, 16 de julho de 2010. 195 p.

MORAES, J. L. A. **Pagamento por Serviços ambientais (PSA) como instrumento de Política de Desenvolvimento Sustentável dos territórios rurais: O Projeto Protetor Das Águas de Vera Cruz, RS**. Sustentabilidade em Debate – Brasília, v3 n.1, p43-56 Jan./Junho 2012.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Agenda 2030**. 2018. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/ods6/>> Acesso em 05 ago. 2018.

ONUBR - **Nações Unidas do Brasil**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org>>. Acesso em: 05 ago. 2018.

ONU - **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos Recursos Híbridos**, 2016 Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/2016-water-and-jobs/>> Acesso em: 06 ago. 2018.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 14.ed. São Paulo: Atlas, 2013.

FABRICAÇÃO E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BARRA DE CEREAL ENRIQUECIDA COM FARINHA DE LINHAÇA (*Linum usitatissimum*)

Data de Aceite: 03/01/2020

Fernanda Izabel Garcia da Rocha Concenço

Universidade Federal de Pelotas, Tecnologia de Alimentos,
Pelotas - RS.

Rosane Nunes de Lima Gonzales

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Tecnologia de Alimentos,
Naviraí - MS.

Marcia Vizzotto

Embrapa Clima Temperado, Ciência de Alimentos,
Pelotas - RS.

Leonardo Nora

Universidade Federal de Pelotas, Tecnologia de Alimentos,
Pelotas - RS.

RESUMO: Há crescente demanda dos consumidores por alimentos com propriedades funcionais. Esses alimentos, além de apresentar níveis adequados de nutrientes, possuem efeitos benéficos à saúde ajudando a evitar diversas doenças. Entre os alimentos funcionais, a linhaça (*Linum usitatissimum*), pertencente à família Linaceae, tem grande valor nutricional. Essa oleaginosa é rica em proteínas, lipídios, lignanas e fibras. Os consumidores demonstram preferência por barras de cereais devido à sua

praticidade e baixa densidade calórica quando ingredientes adequados são corretamente combinados. Esse estudo tem por objetivo a produção e a avaliação sensorial de barras de cereais enriquecidas com farinha de linhaça. Duas formulações, denominadas S.01 e S.02, adicionadas com 5% e 10% de farinha de linhaça, respectivamente, foram preparadas. As análises físico-químicas compreenderam teores de umidade e cinzas. As barras de cereais foram julgadas sensorialmente por 50 avaliadores não-treinados através da escala hedônica de nove pontos, variando de 1 “desgostei muito” a 9 “gostei muito” em relação aos atributos de sabor, textura e aceitação geral, além da certeza de compra. As médias das avaliações sensoriais estiveram entre 7 e 8, indicando, com certeza de compra de aproximadamente 90%, alta aceitação.

PALAVRAS-CHAVE: Alimento funcional, barra de cereal, processamento, consumo.

MANUFACTURING AND SENSORY EVALUATION OF ENRICHED CEREAL BAR WITH FLAXSEED (*Linum usitatissimum*) FLOUR

ABSTRACT: There is increasing demand from consumers for foods with functional properties. These foods, in addition to presenting adequate nutrient levels, provide beneficial health effects thus helping to prevent numerous diseases.

Among the functional foods, the flaxseed (*Linum usitatissimum*), belonging to the family Linaceae, is of great nutritional value. This oleaginous is rich in proteins, lipids, lignans and fibers. Consumers have preference on cereal bars for being practical, healthy and with low calorie density when proper combinations of ingredients are used. This work had as objective the production and sensorial evaluation of cereal bars enriched with flaxseed flour. Two formulations, denominated S.01 and S.02, respectively added with 5% and 10% flaxseed flour, were prepared. The physico-chemical analyzes comprised moisture and ash contents. The cereal bars were sensorially evaluated by 50 untrained testers by using the nine-point hedonic scale ranging from 1 - “disliked very much” and 9 - “liked very much” regarding the attributes flavor, texture and overall acceptance, besides certainty of purchase. The averages from the sensorial evaluation were between 7 and 8, indicating, with purchasing preference of about 90%, high acceptance rate.

KEYWORDS: Functional food, cereal bar, processing, consumption.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, existe crescente preocupação da população mundial com os alimentos e seus constituintes, sendo a indústria de alimentos encorajada a investir em produtos saudáveis. Existem várias formas e designações para alimentos com algum tipo de benefício à saúde, como “alimentos funcionais”, “nutracêuticos”, “saudáveis”, “protetores”, dentre outros (Sgarbierre & Pacheco, 1999). De acordo com Padilha & Pinheiro (2004), o termo mais adequado é “alimento funcional”. Essas definições incluem somente alimentos que promovem a saúde, não se referindo à propriedade de cura de doenças (Oliveira et al., 2002).

A linhaça (*Linum usitatissimum*), originária da Ásia, está entre as mais antigas plantas cultivadas, sendo usada desde os princípios da civilização para consumo humano e animal. Ela se tornou conhecida mundialmente como alimento funcional devido aos seus efeitos benéficos (Maciel, 2006). A linhaça é uma semente oleaginosa, rica em proteínas, lipídios, e fibras alimentares. Ela possui três componentes que com ações farmacológicas importantes, como ácido α -linolênico, fibras solúveis e insolúveis e lignana, que foram avaliados em ensaios clínicos relacionados a câncer de mama, próstata e cólon, diabetes, lúpus, doenças cardiovasculares, hepáticas e renais, com resultados favoráveis em relação aos seus benefícios (Freitas & Moretti, 2006). Pode ser consumida como grãos integrais ou moídos, que podem ser adicionados como ingredientes na preparação pastifícios, carnes, laticínios e doces; e também como fonte de farelo, goma e óleo para gerar outros produtos (Villarreal et al., 2006).

Nas últimas décadas, houve mudanças no estilo de vida da população; os hábitos alimentares mudaram devido à falta de tempo, o que levou à preferência por alimentos que ofereçam maior praticidade. Bons exemplos são as barras de cereais como alternativa de alimentos práticos, saudáveis e com baixa caloria. As barras de cereais foram introduzidas no mercado há mais de uma década, com grande variedade de

ingredientes com sabor doce e agradável, sendo fonte de vitaminas, minerais, fibras, proteínas e carboidratos (Freitas e Moretti, 2006).

Os ingredientes utilizados nas barras de cereais devem ser adequadamente combinados para garantir mutuamente as características de sabor, textura e propriedades físico-químicas e estabilidade, especialmente no ponto de equilíbrio da atividade da água.

Portanto, objetivouse com o presente trabalho desenvolver e avaliar sensorialmente, formulações de barras de cereais enriquecidas com farinha de linhaça, verificar sua aceitabilidade pelos consumidores, bem como determinar alguns parâmetros físico-químicos de tais formulações.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

As barras de cereal foram desenvolvidas no laboratório de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Campus de Naviraí-MS, Brasil. Os materiais utilizados na elaboração das barras de cereal foram adquiridos em lojas locais em Naviraí-MS. A farinha de linhaça foi obtida por moagem com o auxílio de um liquidificador, sendo em seguida preparadas duas formulações de barras de cereais, diferindo entre elas somente o teor de farinha de linhaça: S.01, com 5%, e S.02, com 10%. Os ingredientes usados para formular as barras de cereais estão listados na Tabela 1.

Ingrediente (g)	S.01*	S.02*
Xarope Aglutinador		
Açúcar cristal	197,6	232,6
Xarope de glicose	100,0	100,0
Mel	35,0	35,0
Água	25,0	25,0
Óleo de soja	10,5	10,5
Lecitina de soja	7,0	7,0
Ingredientes Secos		
Flocos de arroz	140,0	140,0
Flocos de aveia	140,0	70,0
Farinha de linhaça	35,0	70,0
Farinha de maracujá	7,0	7,0

Tabela 1. Ingredientes utilizados para formulação de barras de cereais.

*S.01 e S.02: formulações com 5 % e 10 % de farinha de linhaça, respectivamente.

O processamento foi manual e começou com a pesagem dos ingredientes (Figura 1). O xarope de aglutinação foi preparado em recipiente de aço inoxidável, onde os ingredientes (açúcar, xarope de glicose, água, mel, óleo e lecitina de soja) foram aquecidos, sendo homogeneizados continuamente com uma colher. A temperatura foi

monitorada com auxílio de termômetro e o cozimento prosseguiu até a mistura atingir 116 °C, quando foi interrompida.

Os ingredientes secos (flocos de arroz, flocos de aveia, farinha de maracujá e farinha de linhaça) foram adicionados ao xarope de aglutinação, à temperatura de cerca de 95 °C, e misturados. A mistura foi moldada e compactada em recipientes retangulares de alumínio, previamente untados com gordura vegetal hidrogenada.

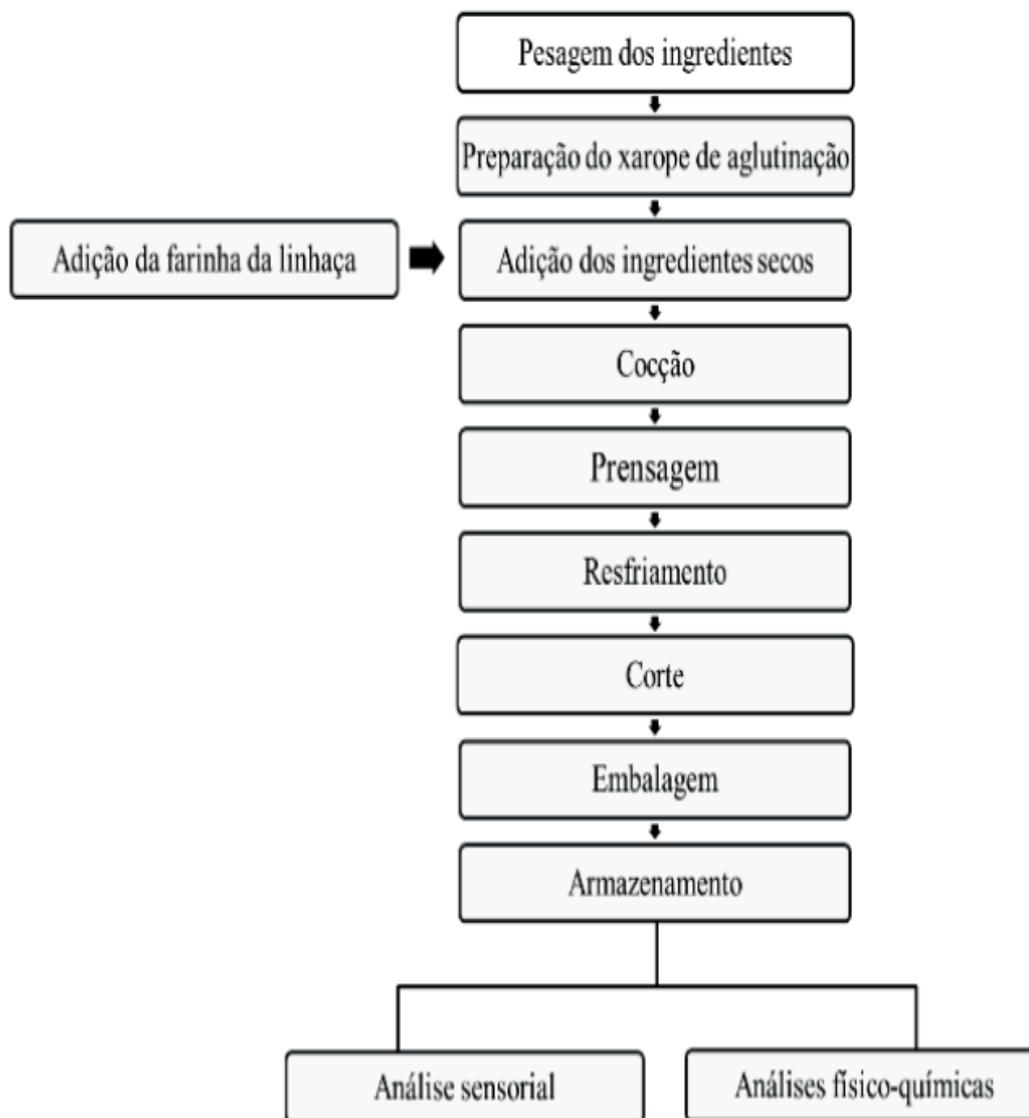


Figura 1. Fluxograma do processamento das barras de cereais. Fonte: adaptado de Sbardelotto (2011).

A massa obtida foi resfriada à temperatura ambiente e, posteriormente, as barras foram cortadas em tamanhos padrão de 3,5 cm x 4,5 cm, pesando em média 10 g.

Amostras foram coletadas para análise físico-química, que foi realizada no mesmo dia. As barras de cereal foram embaladas individualmente em filme plástico e armazenadas em local seco e arejado à temperatura ambiente por um dia, até o momento da análise sensorial. O fluxograma (Figura 1) resume o procedimento usado no processamento das barras de cereal.

Análise Físico-Química

As análises de umidade e cinzas foram realizadas no Laboratório de Química da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Campus de Naviraí-MS, Brasil. O teor de umidade foi determinado de acordo com os padrões do Instituto Adolfo Lutz (Instituto Adolfo Lutz, 2005). O método consistiu no aquecimento das amostras a 130 °C em forno com circulação de ar para a perda da umidade livre, uma vez que certa quantidade de água permanece presa. Quantidade de 2 g foi pesada em cápsula de porcelana pré-seca, pré-pesada e tarada. A cápsula foi colocada em forno a 130 °C por pelo menos 1 h, sendo posteriormente resfriada em dessecador à temperatura ambiente. O transporte das cápsulas foi feito com pinças de cozinha para evitar passar a umidade da mão para a cápsula. As cápsulas foram pesadas e o processo foi repetido até que o peso constante fosse atingido. As análises foram feitas em triplicatas.

O teor de cinzas foi determinado de acordo com os padrões do Instituto Adolfo Lutz (Instituto Adolfo Lutz, 2005). Cinco gramas da amostra foram pesadas em cadinhos de laboratório previamente secos, resfriados e tarados. A amostra foi incinerada em mufla a 550 °C por 5 horas, até a remoção completa do carvão para obter uma cinza branca ou levemente acinzentada, que foi resfriada em dessecador à temperatura ambiente, sendo pesada e posteriormente calculado o teor de cinzas. As análises foram feitas em triplicatas.

Análise Sensorial

As formulações das barras de cereais foram avaliadas por 50 testadores não treinados de ambos os sexos, convidados aleatoriamente a participar da análise. O teste de aceitabilidade afetiva foi utilizado como metodologia, adotando planilha de pontuação com escala hedônica estruturada de nove pontos, variando de 1 - “não gostei” a 9 - “gostei muito”, para avaliar os atributos de sabor, textura e aceitação geral. Posteriormente, os avaliadores responderam a uma pergunta sobre a certeza da compra, variando de 1 (“certamente não compraria”) a 5 (“certamente compraria”). Os resultados foram avaliados através das frequências atribuídas na escala de certeza, conforme ilustrado na Figura 2. As amostras foram identificadas com três dígitos aleatórios em bloco completo. Foi fornecida água fresca à temperatura ambiente aos testadores junto às amostras, sendo os avaliadores instruídos a beber um pouco de água antes de provar a próxima amostra, a fim de eliminar a interferência residual do sabor na avaliação.

Nome: _____ Data: ___/___/___

Sexo: ()Feminino ()Masculino Idade: ()<24 ()25-35 ()36-50 ()>50

1. Você está recebendo 2 amostras de barras de cereais. Por favor, prove cada amostra e indique, separadamente, o quanto você gostou ou desgostou em relação aos atributos **SABOR, TEXTURA e ACEITAÇÃO GLOBAL**, utilizando a escala de notas abaixo.

Notas

9 Gostei muitíssimo

8 Gostei muito

7 Gostei moderadamente

6 Gostei ligeiramente

5 Nem gostei, nem desgostei

4 Desgostei ligeiramente

3 Desgostei moderadamente

2 Desgostei muito

1 Desgostei muitíssimo

Sabor		Textura		Aceitação global	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Marque um X, na escala abaixo, o grau de certeza com que você **COMPRARIA** ou **NÃO COMPRARIA**, caso estivesse à venda.

	Amostra N°	Amostra N°	Amostra N°
Certamente compraria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Possivelmente compraria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Talvez comprasse, talvez não comprasse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Possivelmente não compraria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Certamente não compraria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Comentários: _____

Figura 2. Formulário de avaliação utilizado pelos testadores não treinados, nos aspectos de aceitação sensorial e preferência de compra para as formulações de barras de cereais contendo farinha de linhaça. Fonte: adaptado de Carvalho (2008).

Análise Estatística

Os dados foram analisados em cinco etapas. Da primeira a terceira etapas, os dados foram explorados por estatística descritiva; na quarta e quinta etapas, os dados foram estudados por estatística experimental, sendo apresentados na forma de histogramas e tabelas, respectivamente.

Na primeira etapa da análise, foi determinado o perfil dos avaliadores, classificando-os por sexo e idade. Na segunda etapa, cada amostra foi explorada de acordo com a escala de pontuação atribuída pelos avaliadores para “sabor”, “textura” e “aceitação global”. A terceira etapa da análise consistiu em determinar as médias das pontuações obtidas para cada item, com seu respectivo desviopadrão; ou seja, foi possível determinar a magnitude da variação de pontuação para cada questão atribuída pelo grupo de 50 avaliadores.

A quarta etapa da análise consistiu na determinação do público preferido para cada amostra: a média das pontuações atribuídas pelas avaliadoras do sexo feminino foi comparada à pontuação atribuída pelos avaliadores do sexo masculino para o mesmo item. A significância dessa diferença entre o público foi aferida pelo teste T com critério Welch, a 5 % de probabilidade. A quinta etapa da análise consistiu na comparação entre as amostras para cada um dos itens avaliados (sabor, textura, aceitação global e certeza da compra), através da análise de variância pelo teste F a

5% de probabilidade. Quando o teste F indicou significância entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste LSD de Fisher a 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas e todos os gráficos foram obtidos no ambiente estatístico “R” (R Core Team, 2017).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição Físico-Química

As barras de cereais enriquecidas com 5% (S.01) ou com 10% (S.02) de farinha de linhaça foram analisadas quanto à umidade e teor de cinzas. Os valores médios são apresentados na Figura 3. Observase que as barras de cereais apresentaram teor de umidade relativamente baixo; S.01 (5% de farinha de linhaça) apresentou 10,3% de umidade, enquanto S.02 (10% de farinha de linhaça) apresentou 9,7%.

O teor de cinzas observado (1,1 1,2) não indica diferença significativa entre as duas amostras (Figura 3). Resultado semelhante foi encontrado por Mourão (2008), que relatou teor de cinzas de aproximadamente 1,65% em barras de cereal contendo caju ou ameixa.

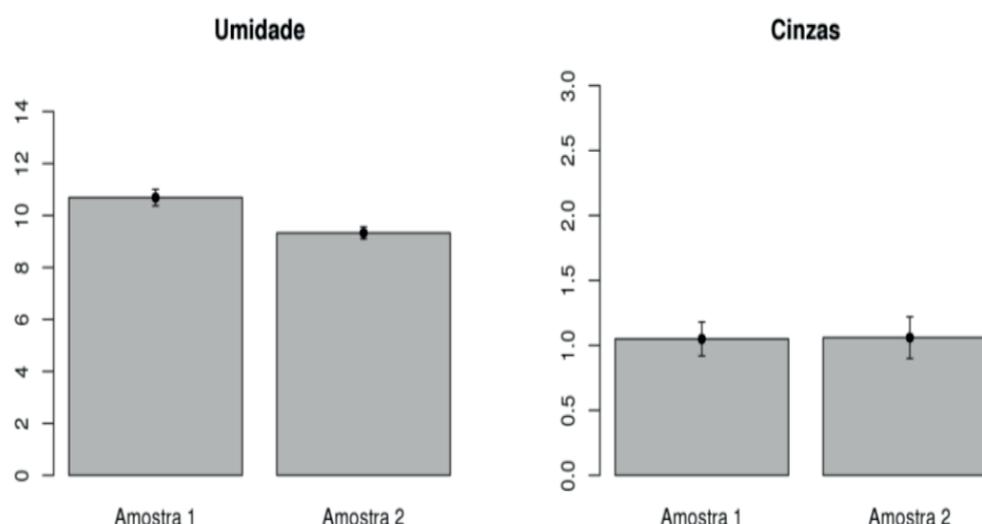


Figura 3. Teores de umidade e de cinzas (%) nas duas amostras de barras de cereais, enriquecidas com 5 % ou com 10 % de farinha de linhaça.

Análise Sensorial

Houve predomínio do sexo feminino entre os avaliadores, representando 60% do grupo. Os avaliadores com 25 anos ou menos, entre 25 e 35 anos, entre 36 e 50 anos e 50 anos ou mais compreenderam a 48%, 24%, 24% e 4% do número total de avaliadores, respectivamente (Figura 4).

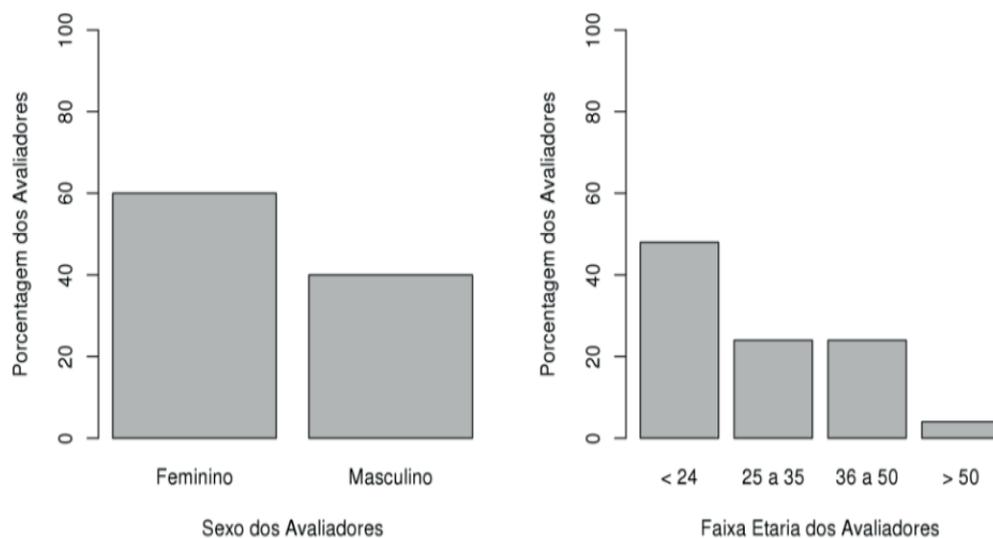


Figura 4. Distribuição dos avaliadores na análise sensorial em função do sexo (feminino, masculino) e idade (n = 50).

A Figura 5 mostra a distribuição da preferência dos avaliadores em relação a S.01 (5% de farinha de linhaça) quanto ao sabor, textura, aceitação global e certeza / preferência de compra. Em relação ao sabor, 42% dos avaliadores gostaram (pontuação = 8), 30% gostaram muito (pontuação = 9), 22% gostaram moderadamente e apenas 6% deles gostaram pouco. Quanto à textura, 40% dos avaliadores gostaram, 38% gostaram muito, 16% gostaram moderadamente, 4% gostaram pouco e 2% não gostaram nem desgostaram (nota = 5). A aceitação geral teve pontuação mais alta para 42% dos avaliadores; 32% gostaram e 18% dos entrevistados gostaram moderadamente; a aceitação geral foi de 89,3%.

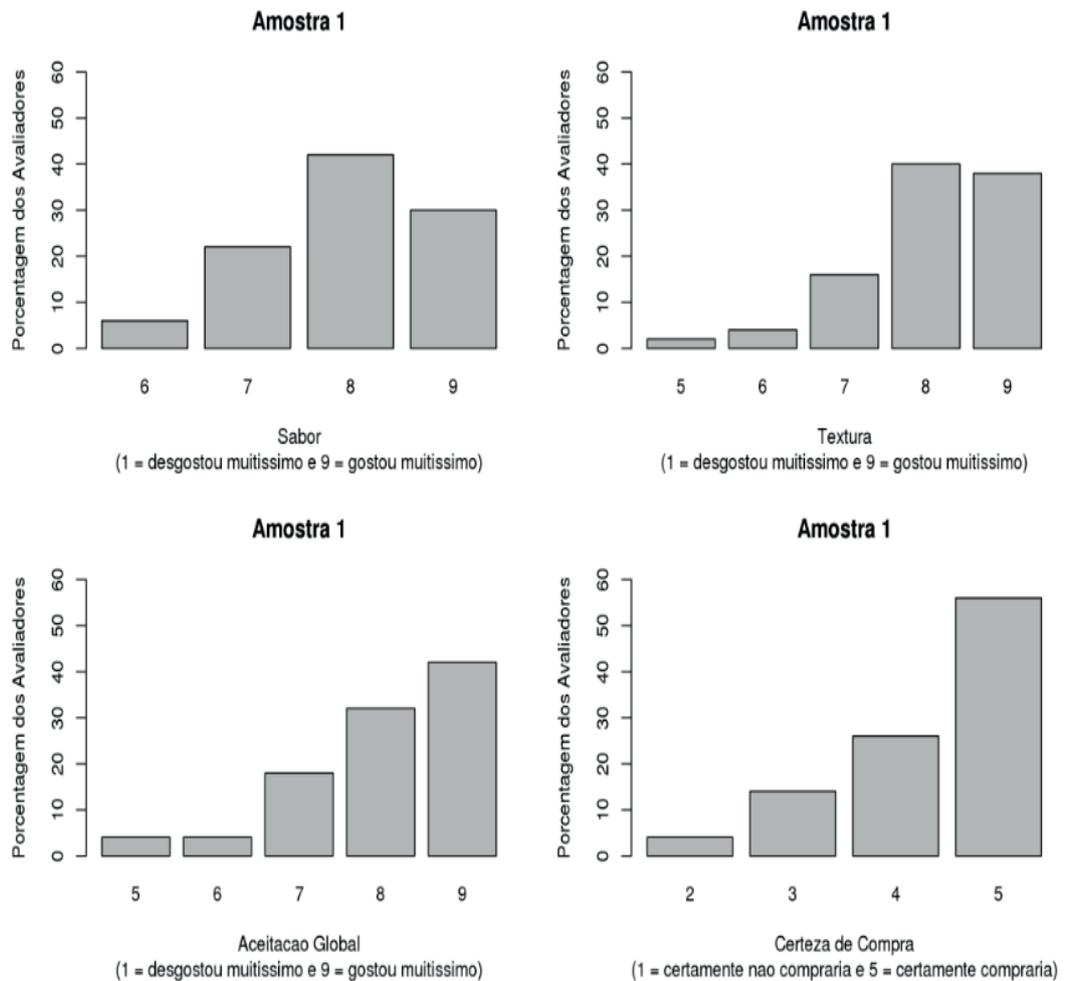


Figura 5. Distribuição dos avaliadores em função da preferência pelos atributos de sabor, textura, aceitação geral e preferência de compra da formulação S.01 da barra de cereal, contendo 5 % de farinha de linhaça (n = 50).

A intenção de compra indicou que 56% dos avaliadores atribuíram nota 5 (certamente comprariam), e o segundo maior percentual estava na nota 4 “possivelmente compraria”, com 26% das respostas. Assim, adicionando esses dois grupos, o produto obteve cerca de 82% da preferência do comprador.

A Figura 6 mostra as pontuações atribuídas a cada item de S.01 e não indicam diferença entre os atributos “sabor”, “textura” e “aceitação geral” para esta formulação; a adição de 5% de farinha de linhaça às barras de cereal não afetou a aceitação geral ou a preferência de compra.

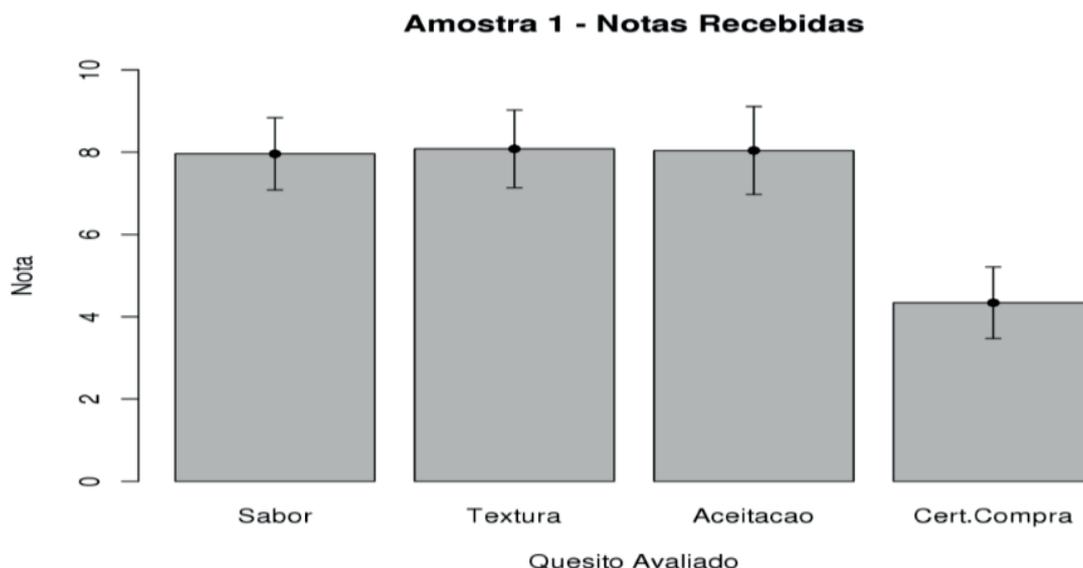


Figura 6. Pontuações atribuídas à formulação S.01, contendo 5 % de farinha de linhaça, aos diferentes parâmetros, com os respectivos desvios padrão a 5% de probabilidade (n = 50).

A Tabela 2 mostra que não houve diferença significativa em relação ao sexo do avaliador.

Parâmetro	Feminino	Masculino	prob_T	
Sabor	7,9	8,05	0,54	ns
Textura	8,17	7,95	0,46	ns
Aceitação	8,2	7,8	0,25	ns
Compra	4,43	4,2	0,36	ns

Tabela 2. Preferência em função do sexo do avaliador, de acordo com as pontuações atribuídas a cada parâmetro de S.01 (5 % de farinha de linhaça).

* Diferença não significativa de acordo com o teste T com critério de Welch, a 5 % de probabilidade.

A Figura 7 ilustra a distribuição dos avaliadores em função da preferência por S.02 (10% de farinha de linhaça na mistura) em relação ao sabor, textura, aceitação geral e preferência de compra.

Para sabor, 40% dos avaliadores gostaram (pontuação = 8), 18% gostaram muito (pontuação = 9), 28% gostaram moderadamente (pontuação = 7) e apenas 14% gostaram pouco (pontuação = 6). Para “aceitação geral” da amostra S.02, 44% dos avaliadores “gostaram” (pontuação = 8), 34% “gostaram pouco” (pontuação = 7) e 12% “gostaram muito” (pontuação = 9), sendo, portanto, aceito por 90% dos avaliadores. Segundo Santana & Oliveira (2005), para que um produto seja considerado aceito em termos de suas propriedades sensoriais, é necessário obter Taxa de Aceitação (AR) de pelo menos 70%. Assim, mesmo com 10% de farinha de linhaça adicionada à barra de cereal, os consumidores ficaram satisfeitos com as propriedades sensoriais finais do produto.

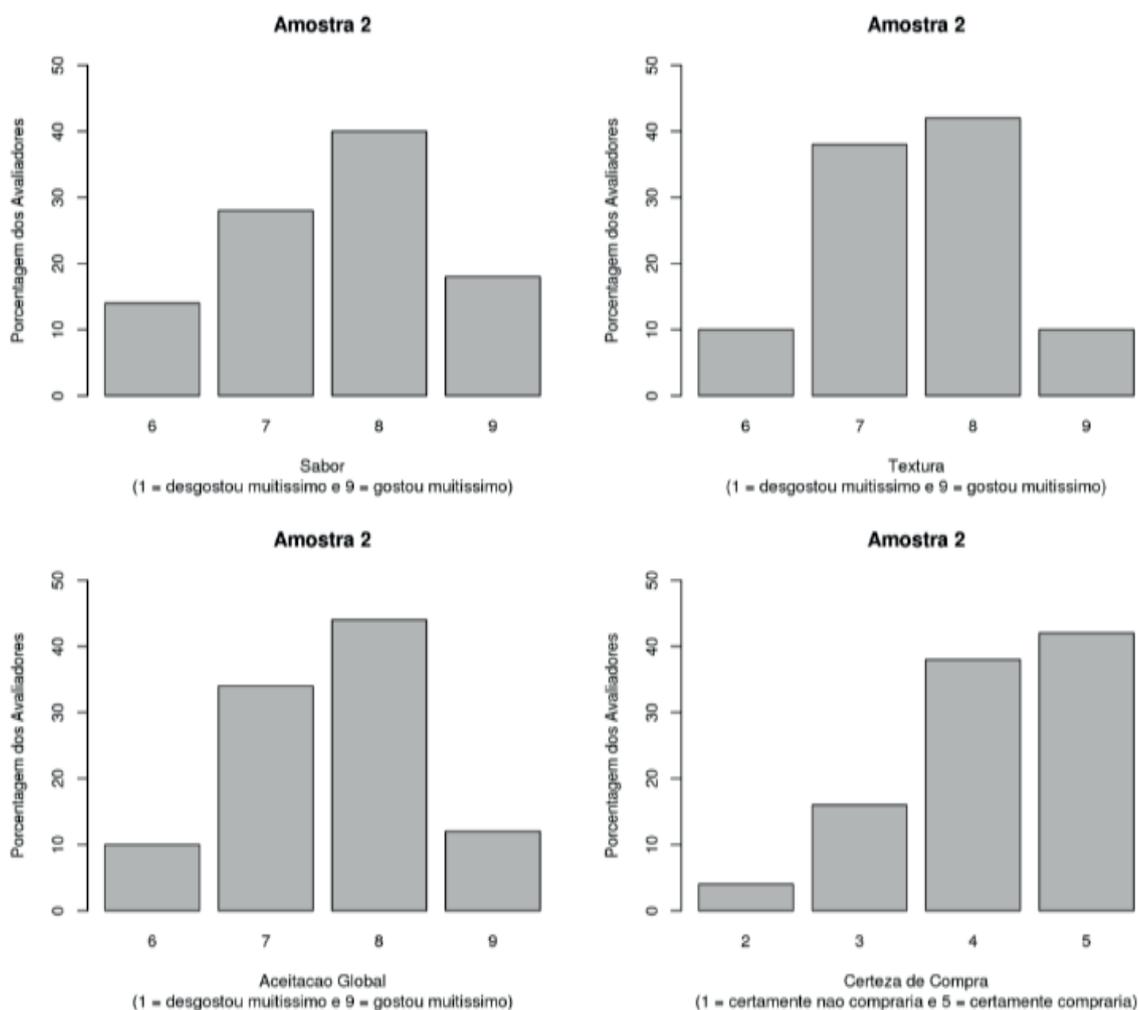


Figura 7. Distribuição dos avaliadores em função de sua preferência pelo sabor, textura, aceitação geral e preferência de compra para a formulação S.02 de barras de cereais, contendo 10 % de farinha de linhaça (n = 50).

A preferência de compra indica que 42% dos avaliadores atribuíram pontuação = 5, que corresponde a “certamente comprariam” e 38% dos avaliadores atribuíram pontuação = 4 “, possivelmente comprariam Também não houve avaliador que indicou que não compraria esse produto em nenhuma formulação.

A Tabela 3 mostra que não houve diferença significativa em relação ao sexo do avaliador pela preferência ao produto, para a formulação contendo 10% de farinha de linhaça na mistura (S.02).

Parâmetro	Feminino	Masculino	prob_T	
Sabor	7.63	7.60	0.91	ns
Textura	7.47	7.60	0.58	ns
Aceitação	7.53	7.65	0.64	ns
Compra	4.10	4.30	0.40	ns

Tabela 3. Preferência em função do sexo do avaliador, de acordo com as pontuações atribuídas a cada parâmetro de S.02 (10 % de farinha de linhaça).

* Diferença não significativa de acordo com o teste T com critério de Welch, a 5 % de probabilidade.

A Figura 8 apresenta as pontuações atribuídas para cada item de S.02 e não indica diferença entre os atributos “sabor”, “textura” e “aceitação geral” para esta formulação; de maneira semelhante ao S.01 (Figura 6), a adição de 10% de farinha de linhaça às barras de cereal (S.02) não afetou a aceitação geral ou a preferência de compra (Figura 8).

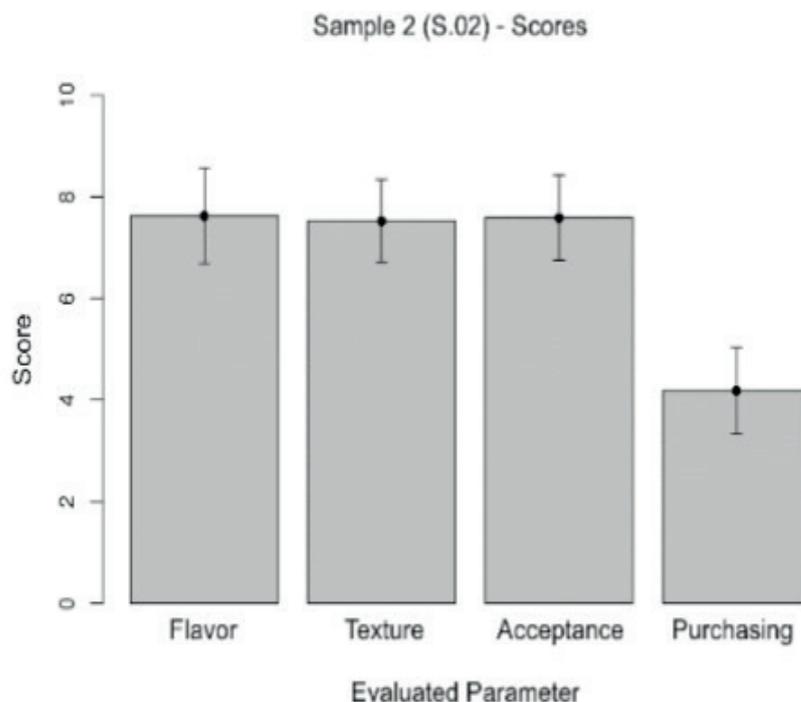


Figura 8. Pontuações médias atribuídas à formulação S.02, contendo 10 % de farinha de linhaça, aos diferentes parâmetros, com os respectivos desvios padrão a 5 % de probabilidade (n = 50).

A preferência comparativa entre S.01 (5 % de farinha de linhaça) e S.02 (10 % de farinha de linhaça), de acordo com sabor, textura, aceitação global e preferência de compra, é apresentada na Tabela 4.

Não houve diferença significativa entre as formulações de acordo com o teste F a 5 % de probabilidade, em termos de sabor e preferência de compra. Em relação à textura e aceitação global, o teste LSD de Fischer, a 5 % de probabilidade, indicou que S.01 foi superior a S.02; assim, houve diferença na percepção dos consumidores em relação ao conteúdo de linhaça.

Amostra	Pontuações atribuídas ¹			
	Sabor ²	Textura ³	Aceitação Geral ³	Pref. Compra ²
S.01	7,96	8,08 a	8,04 a	4,34
S.02	7,62	7,52 b	7,58 b	4,18
F _{calc}	3,47ns	10,08*	5,75*	0,86ns
CV (%)	11,7	11,3	12,3	20,2

Tabela 4. Preferência comparativa entre S.01 e S.02, respectivamente com 5 % e 10 % de farinha de linhaça, em função do parâmetro avaliado.

1 Pontuações atribuídas estiveram entre 1 e 9 para sabor, textura e aceitação geral, e entre 1 e 5 para preferência de compra. Em ambos os casos, maiores pontuações significam maior preferência do avaliador; 2 As médias não diferem, de acordo com o teste F a 5 % de probabilidade; 3 As médias são significativamente distintas, de acordo com o teste LSD de Fischer a 5 % de probabilidade.

Os teores de umidade das amostras são satisfatórios, considerando que o limite máximo estabelecido pela legislação brasileira vigente - Resolução RDC nº 263, 22 de setembro de 2005 (Brasil, 2005), estabelece que o nível de umidade das barras de cereais deve ser inferior a 15,0 %. Segundo Sarantópoulos et al. (2001), outro aspecto relevante é que o teor de umidade está dentro de parâmetros para manutenção da crocância e, ao mesmo tempo, não favorece a proliferação microbiana, pois além da baixa umidade, o produto também contém açúcar, o que contribui para redução da atividade da água. Níveis de umidade semelhantes foram encontrados por Freitas & Moretti (2006), que relataram teor de umidade de 10,71 % em barras de cereais com altos teores de proteína e vitamina. Brito et al. (2004) relataram níveis mais baixos de umidade, cerca de 7,63 %, em barras de cereais.

Em estudo realizado por Mourão (2008) com barras de cereais com caju e ameixas adicionadas com 12,5 % de farelo de linho, em média 21,7 % dos avaliadores gostaram muito. Quanto à textura, 42 % dos avaliadores gostaram, 10 % gostaram muito, 38 % gostaram moderadamente e 10 % gostaram pouco. Esses resultados não diferem muito dos apresentados, indicando que a farinha de linhaça pode ser ingrediente viável a ser adicionado às barras de cereais.

Para formulações iniciais de barras de cereais visando sua introdução em um novo mercado, seria aconselhável iniciar com 5 % de farinha de linhaça na mistura, com o objetivo de evitar rejeição pública significativa ao novo produto. À medida que os consumidores se tornem familiares ao produto, no entanto, uma formulação com 10% de farinha de linhaça na mistura pode ser facilmente aceita, associada ao papel de alimento funcional.

Também que não houve restrições industriais na elaboração de barras com adição de até 10 % de farinha de linhaça nas receitas originais das barras de cereais. Não foram relatados problemas como falta de aglutinação, sabor ou odor desagradável, ou dureza excessiva com a adição da farinha de linhaça.

4 | CONCLUSÕES

A adição de até 10% de farinha de linhaça não parece causar nenhum efeito indesejável em aspectos tecnológicos na fabricação de barras de cereais enriquecidas com esse produto. Ambas as formulações (com 5% e 10% de farinha de linhaça na mistura) foram bem avaliadas em termos de aspectos sensoriais e preferência de compra, atingindo mais de 80% de certeza de compra, mostrando seu potencial para fabricação comercial.

REFERÊNCIAS

- Brasil. (2005). Resolução RDC 263, de 22/09/2005, Agência Nacional De Vigilância Sanitária; Aprova **O Regulamento Técnico Para Produtos De Cereais, Amidos, Farinhas E Farelos**. Diário Oficial da União, Brasília (DF), 23/09/2005.
- BRITO, I. P., CAMPOS, J. M., SOUZA, T. F. L., WAKIYAMA, C., AZEREDO, G. A. (2004) **Elaboração e avaliação global de barra de cereais caseira**. Boletim CEPPA, 22(1), 35-50.
- CARVALHO, M. G. (2008). **Barras de cereais com amêndoas de chichá, sapucaia, e castanha-do-gurguéia, complementadas com cascas de abacaxi**. Dissertation, Master in Food Science, Universidade Federal do Ceará, Brazil.
- FREITAS, D. G. C., MORETTI, R. H. (2006). **Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto valor vitamínico**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 26(2), 318-24.
- Instituto Adolfo Lutz. (2005). **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, 4th ed., São Paulo.
- MACIEL, L. M. B. (2006). **Utilização da farinha da linhaça (*Linum usitatissimum* L.) no processamento de biscoito tipo cracker: características físico-químicas, nutricionais e sensoriais**. Dissertation, Master in Food Science, Universidade Federal do Ceará, Brazil.
- MOURÃO, L. H. E. (2008). **Obtenção de barras de cereais de caju ameixa com alto teor de fibras processadas com ingredientes funcionais**. Dissertation, Master in Food Engineering, Universidade Federal do Ceará, Brazil.
- OLIVEIRA, M. N., SIVIERI, K., ALEGRO, J. H. A., SAAD, S. M. I. (2002). **Aspectos tecnológicos de alimentos funcionais contendo probióticos**. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, 38(1), 1-21.
- R Core Team (2017). R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <http://www.R-project.org/>
- SANTANA, A. F., OLIVEIRA, L. F. (2005). **Aproveitamento da casca de melancia (*Curcubita citrullus* Shrad) na produção artesanal de doces alternativos**. Alimentos e Nutrição, 16(4), 363-8.
- SARANTÓPOULOS, C. I. G. L., OLIVEIRA, L. M., CANAVESI, E. (2001). **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. 1st ed., São Paulo.
- SBARDELOTTO, J. (2011). **Desenvolvimento e estudo comparativo de barras de cereais fortificadas com ferro e enriquecidas com frutooligossacarido**. Graduation in Food Technology, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brazil.
- SGARBIERI, V. C., PACHECO, M. T. (1999). **Alimentos funcionais fisiológicos**. Brazilian Journal of Food Technology, 2(12), 7-9.
- VILLARROEL, M., PINO, L., HAZBÚN, J. (2006). **Desarrollo de una formulación optimizada de mousse de linaza (*Linum usitatissimum* L.)**. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 2(1), online.

DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DA MAÇÃ EMPREGANDO ENERGIA ULTRASSÔNICA

Data de Aceite: 03/01/2020

Jakeline Dionizio Ferreira

Universidade do Estado de Mato Grosso
(UNEMAT),
Barra do Bugres - MT.

Gabrielly Assunção Félix dos Santos

Universidade do Estado de Mato Grosso
(UNEMAT),
Barra do Bugres - MT.

Raquel Aparecida Loss

Universidade do Estado de Mato Grosso
(UNEMAT),
Barra do Bugres - MT.

Sumária Sousa e Silva

Universidade do Estado de Mato Grosso
(UNEMAT),
Barra do Bugres - MT.

Juliana Maria de Paula

Universidade do Estado de Mato Grosso
(UNEMAT),
Barra do Bugres - MT.

Claudinéia Aparecida Queli Geraldi

Universidade do Estado de Mato Grosso
(UNEMAT),
Nova Mutum - MT.

Sumaya Ferreira Guedes

Universidade do Estado de Mato Grosso
(UNEMAT),
Nova Mutum - MT.

RESUMO: O desperdício de frutas é comum durante o período pós-colheita, especialmente aqueles que possuem alto teor de água, como as maçãs. Portanto, é importante usar alternativas tecnológicas que promovam o aumento do prazo de validade desses alimentos. Uma dessas tecnologias é a desidratação osmótica, que reduz o conteúdo de água dos alimentos através de uma solução hipertônica, onde a fruta perde água para a solução e o soluto se difunde nela. Juntamente com esta técnica, pode ser utilizado o ultrassom, que por meio de ondas ultrassônicas, acelera a saída de água da fruta. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a desidratação osmótica da maçã, utilizando a tecnologia ultrassônica. Inicialmente, as maçãs foram higienizadas, descascadas e cortadas para um tamanho de 1 cm³. Posteriormente, foram submetidos a tratamento osmótico, utilizando uma sequência de delineamentos experimentais, a fim de verificar a influência da concentração da solução osmótica e do tempo de imersão na redução da umidade dos frutos. A sacarose foi utilizada como agente osmótico e a relação fruto: xarope foi de 1:2. O processo de osmose foi avaliado em função da redução da umidade. Os resultados dos testes com ultrassom mostraram uma redução no teor de umidade de 91,48 ± 0,84%, da fruta fresca para 61,90 ± 3,84%, na condição com maior porcentagem de sacarose (60%), e menor

tempo de contato (45 minutos). Portanto, concluiu-se que a concentração da solução osmótica foi a variável que teve maior influência na desidratação osmótica da maçã quando submetida ao processo de ultrassom.

PALAVRAS-CHAVE: Malus domestica, umidade, ultrassom.

APPLE OSMOTIC DEHYDRATION BY USING ULTRASOUND

ABSTRACT: Fruit waste is common during the postharvest period, especially those with a high water content, such as apples. Therefore, it is important to use technological alternatives that promote the longer shelf life of these foods. One such technology is osmotic dehydration, which reduces the water content of foods through a hypertonic solution, where the fruit loses water to the solution and the solute diffuses into it. Along with this technique, ultrasound can be used, which by means of ultrasonic waves, accelerates the outflow of water from the fruit. In this context, the objective of this work was to evaluate the osmotic dehydration of the apple, using the ultrasonic technology. Initially, the apples were sanitized, peeled and cut to a size of 1 cm³. Subsequently, they were submitted to osmotic treatment, using a sequence of experimental designs, in order to verify the influence of osmotic solution concentration and immersion time on the reduction of fruit moisture. Sucrose was used as osmotic agent and the fruit:syrup ratio was 1: 2. The osmosis process was evaluated as a function of moisture reduction. The results of the ultrasound tests showed a reduction in moisture content of $91.48 \pm 0.84\%$, from fresh fruit to $61.90 \pm 3.84\%$, in the condition with the highest sucrose percentage (60%), and shortest contact time (45 minutes). Therefore, it was concluded that the concentration of osmotic solution was the variable that had the greatest influence on apple osmotic dehydration when submitted to ultrasound process.

KEYWORDS: Malus Domestica, moisture, osmosis.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil é um país que apresenta uma ampla variedade de frutas, no entanto há uma grande perda desses alimentos durante o processo de pós-colheita. Essas perdas estão relacionadas principalmente, com as características das próprias frutas, uma vez que são perecíveis. Além desse fator, o transporte, o armazenamento e embalagens inadequadas, também contribuem para essas perdas (EGEA, 2010). Outro aspecto que influencia nas perdas, é referente a quantidade de água presente nas frutas e que naturalmente faz parte da sua composição, isso favorece o desencadeamento de reações químicas, possibilitando a ação de micro-organismos que acarretam no seu estado de putrefação (MARIANO et al., 2011).

Diante desta problemática e visando a melhoria dos produtos feitos a partir de frutas, é fundamental a busca por métodos que preservem esse tipo de matéria-prima, assim como as suas características físico-químicas e seus nutrientes. Esses métodos devem apresentar baixo custo de operação para indústria, aumentando a vida útil do

produto final e possibilitando também uma melhor comercialização (CÓRDOVA, 2006).

Dentre os vários métodos de conservação empregados para a conservação de alimentos que apresentam uma alta perecibilidade, há a desidratação osmótica, em que basicamente ocorre o deslocamento de água da solução menos concentrada para a de maior concentração, utilizando para isso uma solução hipertônica (ARIES et al., 2015).

Juntamente com a desidratação osmótica pode ser utilizado o ultrassom que auxilia na desidratação de frutas e hortaliças, tendo como função acelerar o processo de saída de água, por meio das ondas ultrassônicas que possuem o mesmo efeito de uma esponja expandindo e comprimindo rapidamente. Desta forma, ao mesmo tempo que há transferência de soluto para o interior da fruta, ocorre a perda de água para solução, até alcançar o equilíbrio do gradiente de concentração (SILVEIRA, 2014).

A maçã (*Malus domestica*) apresenta uma pele fina e impermeável, possui um sabor agridoce, e é composta em sua maior parte por água (84,3%), proteínas, lipídios, carboidratos e açúcares. Além disso, a hemicelulose, celulose e algumas substâncias pécnicas que compõem a maçã, favorecem a retenção de água dos produtos derivados da fruta (CÓRDOVA, 2006). Também possui vitaminas do complexo B, vitamina C, além do mineral potássio, nutriente importante para o bom funcionamento de órgãos vitais, como o coração e o fígado (MARIANO et al., 2011).

Dentro deste contexto, o presente trabalho buscou avaliar a influência da concentração do agente osmótico e tempo de imersão na desidratação osmótica da maçã, bem como investigar a influência da utilização da energia ultrassônica na redução da umidade da maçã por desidratação osmótica.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Obtenção e preparo da matéria-prima

A maçã foi obtida no comércio local do município de Barra do Bugres-MT, selecionados de acordo com grau de maturação (cor da casca vermelha), textura firme e isentas de injúrias. As frutas foram higienizadas com água corrente em abundância e secas com auxílio de papel absorvente. Com auxílio de uma faca, foram descascadas, cortadas no tamanho de 1 cm³, sendo submetidas a desidratação osmótica com e sem utilização de energia ultrassônica.

As soluções osmóticas foram preparadas com água destilada, agitação manual e aquecimento até a solubilização total. Posteriormente, as soluções foram acondicionadas à temperatura ambiente, sendo preparadas no dia de seu uso. O agente osmótico utilizado foi a sacarose comercial, adquirida no comércio local da cidade.

Desidratação osmótica de bancada

Para a desidratação osmótica da maçã, as frutas já cortadas no tamanho de 1 cm³ foram inseridas em potes plásticos contendo a solução osmótica na proporção de 1:2 (fruto:xarope) (ARAGÃO et al., 2017; SILVA et al., 2017). Os ensaios foram realizados em bancada a temperatura ambiente.

A influência da concentração do agente osmótico (sacarose) e o tempo de imersão na desidratação osmótica da maçã foi avaliada utilizando um planejamento fatorial completo 2², com três pontos centrais (Tabela 1), sendo que as condições estabelecidas no planejamento fatorial foram baseadas nos estudos de Aragão et al. (2017) e Silva et al. (2017).

Variáveis/Níveis	Sacarose (%)	Tempo (h)
-1	50	6
0	60	12
1	70	18

Tabela 1. Variáveis e níveis do planejamento fatorial completo 2², com três pontos centrais, empregado na desidratação osmótica da maçã. Fonte: Autor, (2019).

No final de cada tempo de imersão, as maçãs foram peneiradas, secas na superfície externa para retirada do excesso da solução osmótica e submetidas a determinação de umidade, seguindo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Análise estatística

Todos os experimentos foram realizados no mínimo em triplicata e os dados obtidos foram submetidos à análise estatística pelo software Statistica 7.0.

Desidratação osmótica empregando energia ultrassônica

Os mesmos ensaios anteriores foram realizados para avaliar a influência do ultrassom no processo de desidratação osmótica da maçã, no entanto foram investigados tempos de imersão menores (Tabela 2). Os ensaios foram incubados em banho ultrassônico (Quimis, Q335D), com uma frequência de 40 kHz.

Variáveis/Níveis	Sacarose (%)	Tempo (min)
-1	50	45
0	60	60
1	70	75

Tabela 2. Variáveis e níveis do planejamento fatorial completo 2², com três pontos centrais, empregados na desidratação osmótica da maçã com ultrassom. Fonte: Autor, (2019).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desidratação osmótica de bancada

Considerando uma umidade inicial de 90,11 % para a maçã in natura, foi possível reduzir a umidade até 64,21% pelo processo de desidratação osmótica, conforme dados apresentados na Tabela 3.

Experimentos	Sacarose (%)	Tempo (h)	Sem Ultrassom
			Umidade (%)
(%)In natura			90,11±0,19
1	-1 (50)	-1 (6)	75,20±1,53
2	1 (70)	-1 (6)	68,91±1,51
3	-1 (50)	1 (18)	73,99±1,40
4	1 (70)	1 (18)	64,21±0,78
5	0 (60)	0 (12)	66,46±4,77
6	0 (60)	0 (12)	69,55±1,51
7	0 (60)	0 (12)	68,69±1,35

Tabela 3. Matriz do planejamento fatorial completo 2², com três pontos centrais, com as variáveis reais e codificadas para a desidratação osmótica, com as respostas expressas em termos de umidade. Fonte: Autor, (2019).

A Tabela 3 mostra que os pontos centrais apresentaram reprodutibilidade, uma vez que apresentam um baixo erro na triplicata, com uma média de umidade de 68,23±1,59%. Observa-se ainda que as condições que mais favoreceram a perda de umidade na maçã foram as utilizadas nos ensaios 4 (70% de sacarose e 18 h), seguida pelo ensaio 2 (70% e 6 horas) e pelos pontos centrais (60% e 12 h). Desta forma, quanto maior a concentração da solução osmótica (sacarose), maior a perda de massa de água da fruta para a solução e, conseqüentemente menor a umidade.

Apesar do ensaio 4 ter apresentado uma menor umidade, o tempo de imersão foi três vezes superior ao empregado no ensaio 2. A desidratação osmótica é um processo de caminho duplo, visto que a fruta transfere massa de água para a solução e a solução transfere soluto para a fruta. Dessa forma, quanto menor o tempo de imersão mais favorável é o processo visto que menor é o ganho de massa de açúcar na maçã. Além disso, embora o aumento no tempo de imersão resulte em uma maior perda de água, a velocidade de difusão da água do alimento para a solução tende a diminuir devido ao equilíbrio (igualdade do potencial químico) entre o alimento e a solução (YADAV e SINGH, 2014; CAMPO, 2012).

O efeito da concentração de sacarose e tempo de imersão na desidratação osmótica da maçã pode ser melhor visualizado no diagrama de Pareto, mostrado na Figura 1.

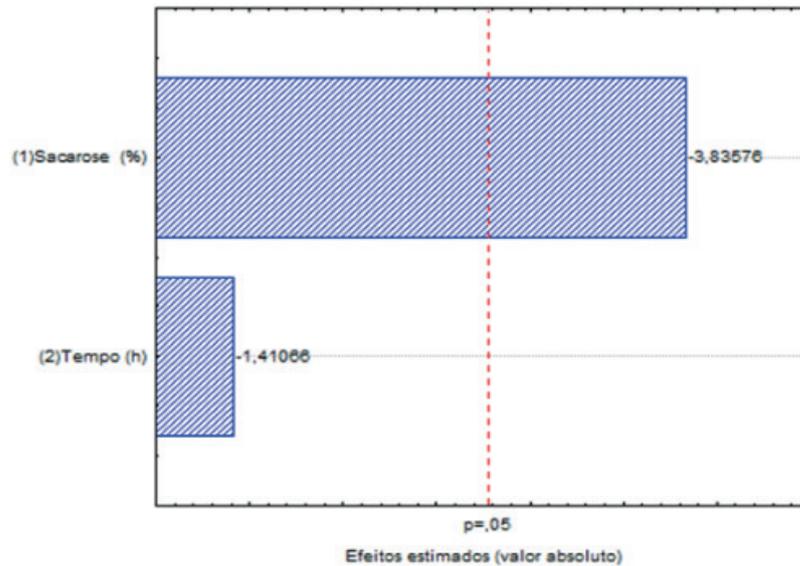


Figura 1. Diagrama de Pareto dos efeitos das variáveis sobre a perda de umidade na desidratação osmótica da maçã. Fonte: Autor, (2019).

Pode-se observar que a concentração da solução osmótica influencia significativamente na desidratação, sendo o seu efeito negativo, ou seja, quanto menor a concentração da solução osmótica, maior será a umidade final da fruta. No entanto, como a desidratação osmótica busca a redução de umidade, se recomenda a utilização de elevadas concentrações de sacarose. Porém, não é possível aumentar a concentração (acima de 70%) da devido a re-cristalização da sacarose. Portanto, as condições experimentais que permitiram a maior desidratação osmótica do fruto foram concentração de sacarose de 70% e tempo de imersão de 6 horas.

Desidratação osmótica empregando energia ultrassônica

A Tabela 4 apresenta as umidades obtidas na desidratação osmótica da maçã empregando energia ultrassônica, sendo possível observar que a umidade da fruta reduziu de 91,48 para 59,31%.

A boa reprodutibilidade dos resultados obtidos no planejamento experimental pode ser observada nos pontos centrais, uma vez que apresentam um baixo erro na triplicata, como uma média de umidade de $67,54 \pm 2,18\%$. Os ensaios que melhor favoreceram a perda de água na maçã pelo processo de desidratação osmótica foram as condições empregadas nos ensaios 4 e 2, ambos empregando uma solução de sacarose de 60%.

Apesar da umidade do ensaio 2 ser um pouco superior a obtida no ensaio 4, o tempo de imersão favorece a escolha dessa condição, uma vez que é 30 minutos menor. Assim, a condição experimental selecionada foi tempo de imersão de 45 minutos em uma solução de sacarose 60%.

Experimentos	Sacarose (%)	Tempo (minutos)	Com Ultrassom
			Umidade (%)
In natura			91,48±0,84
1	-1 (40)	-1 (45)	67,06±1,38
2	1 (60)	-1 (45)	61,90±3,84
3	-1 (40)	1 (75)	69,01±2,63
4	1 (60)	1 (75)	59,31±3,54
5	0 (50)	0 (60)	66,86±3,58
6	0 (50)	0 (60)	65,78±2,59
7	0 (50)	0 (60)	69,98±1,29

Tabela 4. Matriz do planejamento fatorial completo 2², com três pontos centrais, com as variáveis reais e codificadas para a desidratação osmótica da maçã, com as respostas expressas em termos de umidade. Fonte: Autor, (2019).

4 | CONCLUSÃO

A concentração da solução osmótica (sacarose) foi a variável que mais influenciou a redução da umidade da maçã por desidratação osmótica, tanto com ou sem a utilização de energia ultrassônica. Além disso, os ensaios com ultrassom reduziram significativamente o tempo de contato, de 6 horas para 45 minutos.

REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, P. P.; LOSS, R. A.; SILVA, S. S.; GUEDES, S.F. **Avaliação do potencial de utilização de pré-tratamento osmótico na produção de manga desidratada**. Destaques Acadêmicos, v. 9, p. 161, 2017.
- ARIES, K. L. C. A. F.; ARIES, J. E. F.; SILVA JÚNIOR, A. F.; CASTRO, D. S.; SILVA, C. M. D. P. S.; SILVA, W. P. **Desidratação osmótica de maçã: metodologia experimental e modelagem matemática**. In: Agronomy Congress, Convibra, 2015.
- CAMPO, C. **Desidratação osmótica de morangos CV. Aromas**. 44 p. Trabalho de Conclusão de curso (Tecnologia de Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Bento Gonçalves, Bento Gonçalves, 2012.
- CÓRDOVA, K. R. V. **Desidratação osmótica e secagem convectiva de maçã fuji comercial e industrial**. Dissertação. (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2006.
- EGEA, M. B. **Desenvolvimento de produto funcional: maçã desidratada contendo frutooligossacarídeos**. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Universidade Estadual de Londrina. Londrina, PR, 2010.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (SÃO PAULO). **Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo, 2008, p.1020.
- MARIANO, E. J.; NUNES, E. E.; VALETINI, E. **Avaliação dos parâmetros físico-químicos e sensoriais da maçã para uso como aperitivo**. Trabalho de Conclusão de curso (Curso Superior de Tecnologia de Alimentos). Universidade Tecnológica do Paraná, Campus Medianeira, Medianeira, PR, 2011.

SILVA, D. F.; RIGUETO, C. V. T.; LOSS, R. A.; GUEDES, S. F.; CARVALHO, J. W. P. **Tratamento osmótico na obtenção de lascas da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense*) desidratadas**. Natural Resources, v. 7, p. 1-8, 2017.

SILVEIRA, M. S. **Efeitos da desidratação osmótica e desidratação osmótica assistida por ultrassom na secagem convectiva de cenoura (*Daucus carota* L.)**. 2014. 102 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

YADAV, A. K.; SINGH, S. **Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review**. Journal of Food Science and Technology, v. 51, n. 9, p. 1654-1673, 2014.

INFLUÊNCIA DO ULTRASSOM NA DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DO ABACAXI (*Ananas comosus* (L.) Merr.)

Data de Aceite: 03/01/2020

Nila Gabriela Ferreira Lopes Freire

Universidade do Estado de Mato Grosso
(UNEMAT),
Barra do Bugres - MT.

Raquel Aparecida Loss

Universidade do Estado de Mato Grosso
(UNEMAT),
Barra do Bugres - MT.

Sumária Sousa e Silva

Universidade do Estado de Mato Grosso
(UNEMAT),
Barra do Bugres - MT.

Juliana Maria de Paula

Universidade do Estado de Mato Grosso
(UNEMAT),
Barra do Bugres - MT.

Claudinéia Aparecida Queli Geraldi

Universidade do Estado de Mato Grosso
(UNEMAT),
Nova Mutum - MT.

Sumaya Ferreira Guedes

Universidade do Estado de Mato Grosso
(UNEMAT),
Nova Mutum - MT.

RESUMO: O abacaxi é uma fruta de regiões tropicais e subtropicais que está cada vez mais

ganhando espaço na indústria de alimentos e bebidas. Porém, a sua qualidade depende do tempo certo de colheita o que dificulta a utilização desta fruta. Além disso, apresenta uma vida útil de poucos dias, o que também dificulta a sua utilização. O tratamento osmótico representa uma alternativa tecnológica para reduzir as perdas pós colheita. No entanto, normalmente o tempo de imersão é elevado, sendo então utilizado técnicas como ultrassom para acelerar esse processo. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo analisar as principais variáveis que interferem na desidratação osmótica da fruta e verificar a influência da energia ultrassônica na redução de umidade. Foram empregados planejamentos experimentais para avaliar a influência da concentração de sacarose, tamanho do fruto, proporção fruto:xarope e o tempo de contato com a solução osmótica. As variáveis que mais interferiram na desidratação osmótica do abacaxi foram a concentração de sacarose e o tempo de imersão, seja nos ensaios com e sem a utilização do ultrassom. Além disso, os ensaios com ultrassom reduziram significativamente o tempo de contato de 6 horas para 75 minutos. Dessa forma, a desidratação osmótica do abacaxi reduz a umidade, sendo que as condições experimentais que melhor contribuíram para essa redução foram a concentração da solução de sacarose de 70%, tamanho dos cubos de 1

cm³, proporção fruto:xarope de 1:2 e tempo de imersão de 6 horas e 75 minutos para os ensaios sem e com banho ultrassônico, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Umidade, osmose, conservação.

INFLUENCE OF ULTRASOUND ON PINEAPPLE OSMOTIC DEHYDRATION (ANANAS COMOSUS (L.) MERR.)

ABSTRACT: Pineapple is a fruit from tropical and subtropical regions that is increasingly gaining ground in the food and beverage industry. However, its quality depends on the right time of harvest which makes the use of this fruit difficult. Besides, it has a shelf life of a few days, which also makes it difficult to use. The osmotic treatment is an alternative technology to reduce post harvest losses. However, the immersion time for dehydration is usually high and ultrasound techniques are used to accelerate this process. Thus, this study aimed to analyze the main variables that affect the osmotic dehydration of the fruit and to verify the influence of ultrasonic energy on moisture reduction. Experimental designs were used to evaluate the influence of sucrose concentration, fruit size, fruit: osmotic solution ratio and contact time. The variables that most affected the pineapple osmotic dehydration were sucrose concentration and immersion time, either in the tests with and without the use of ultrasound. In addition, testing with ultrasound significantly reduced the contact time of 6 hours to 75 minutes. Thus, pineapple osmotic dehydration reduces moisture, and the experimental conditions that best contributed to this reduction were 70% sucrose solution concentration, 1 cm³ cube size, 1: 2 fruit: , fruit: osmotic solution ratio and immersion time of 6 hours and 75 minutes for the tests without and with ultrasonic bath, respectively.

KEYWORDS: Moisture, osmosis, conservation.

1 | INTRODUÇÃO

O abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merr.) é uma fruta de regiões tropicais e subtropicais que está cada vez mais ganhando espaço na indústria de alimentos e bebidas. A maioria das frutas tropicais é produzida em grande quantidade e em um curto espaço de tempo, deteriorando-se rapidamente (LEITE, 1998). As frutas como banana, melancia e abacaxi tem alto teor de perdas, sendo que a perda do abacaxi, por exemplo, pode chegar a 20% pós-colheita (DIAS, 2003).

Uma das principais causas da deterioração de alimentos frescos, como as frutas, é a quantidade de água livre presente neles (MANNHEIM; LIU; GILBERT, 1994). Os processos de conservação consistem na aplicação de alguns princípios físicos ou químicos tais como aplicação de aditivos conservantes, armazenamento em atmosfera controlada, irradiações e utilização de temperaturas altas e baixas (BARUFALDI e OLIVEIRA, 1998). Entre os métodos de conservação aplicado nas indústrias de alimentos, destacam-se a secagem e a desidratação osmótica (ANDRADE et al., 2003).

O objetivo básico da secagem é a remoção de água do sólido até um nível onde os danos por micro-organismos sejam evitados, contribuindo eficientemente para a conservação do alimento por longos períodos e a redução do custo de armazenamento. No entanto, antes da secagem, os alimentos podem ser submetidos a uma desidratação osmótica com o propósito de minimizar a perda nutricional ao menor tempo de secagem (DROUZAS e SHUBERT, 1996).

A desidratação osmótica consiste na remoção parcial da água da matéria prima pela imersão do produto em solução concentrada de um ou mais solutos, onde ocorre dois fluxos simultâneos e opostos, realizando a saída da água do alimento na solução e a entrada do soluto no alimento (TONON; BARONI; HUBINGER, 2006). As características que permitem a saída de água e entrada de solução são, o tecido vegetal, tipo de agente osmótico, concentração da solução, proporção fruto/solução e tempo de imersão (LIMA et al., 2004).

No entanto, normalmente o tempo de imersão para que ocorra uma desidratação significativa é elevado, sendo então utilizadas técnicas como ultrassom para acelerar esse processo (ELAOUAR; AZOUBEL; MURR, 2003).

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência das principais variáveis no processo de desidratação osmótica do abacaxi. Além disso, também foi investigado a influência do uso de energia ultrassônica na redução de umidade no processo de desidratação osmótica.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Obtenção, seleção e preparo da matéria-prima

Os abacaxis foram obtidos no estágio de maturação maduro e sem injúrias. Posteriormente higienizados em água corrente, descascados, cortados em fatias (rodela), retirado o miolo, e cortados em cubos de diferentes tamanhos (1,0 a 2,0 cm³) conforme condições descritas nos delineamentos experimentais. Como agente osmótico foi usada a sacarose comercial. As soluções osmóticas utilizadas foram preparadas em concentrações de sacarose de 40% a 60% (m/v). O preparo das soluções foram realizados no mesmo dia da análise.

Avaliação das variáveis que interferem na desidratação osmótica sem ultrassom (bancada)

Para avaliar as variáveis que influenciam na desidratação osmótica do abacaxi foi empregado uma sequência de delineamentos experimentais. Em um primeiro momento optou-se pelo planejamento fatorial fracionado 2⁴-1, com três pontos centrais (Tabela 1) com a finalidade de verificar quais variáveis que mais influenciam no processo. As variáveis independentes foram a proporção fruto:xarope, concentração da solução osmótica, tamanho do fruto e tempo de imersão.

Variáveis/Níveis	Sacarose (%)	Fruto:xarope (g/mL)	Tamanho (cm)	Tempo (h)
-1	40	1:2	1	2
0	50	1:4	1,5	4
1	60	1:6	2	6

Tabela 1. Variáveis e níveis avaliados no planejamento fatorial fracionado 24-1, com 3 pontos centrais, utilizado na desidratação osmótica do abacaxi. Fonte: Autores, (2019).

Os resultados obtidos foram avaliados pelo teor de umidade (%) seguindo a metodologia descrita pelo instituto Adolfo Lutz (2008) e foram submetidos para análise estatística no software Statistica 7.0. Após constatar as variáveis que mais influenciavam nesse processo, foi utilizado o planejamento fatorial completo 22, com três pontos centrais, em que foi fixada a utilização do tamanho de 1 cm³ e a proporção fruta:xarope para 1:2 (Tabela 2). Os resultados também foram obtidos através do teor de umidade (%) e submetidos a análise estatística.

Variáveis/Níveis	Sacarose (%)	Tempo (h)
-1	50	6
0	60	12
1	70	18

Tabela 2. Variáveis e níveis avaliados no planejamento fatorial 22, com 3 pontos centrais, utilizado na desidratação osmótica do abacaxi. Fonte: Autores, (2019).

Avaliação das variáveis que interferem na desidratação osmótica assistida por ultrassom

Para avaliação das variáveis que influenciam a desidratação osmótica assistida por ultrassom também foi utilizado um planejamento fatorial fracionado 24-1, com três pontos centrais, cujas variáveis independentes foram a proporção fruto:xarope, concentração da solução osmótica, tamanho do fruto e tempo de imersão (Tabela 3).

Variáveis/Níveis	Sacarose (%)	Fruto:xarope (g/mL)	Tamanho (cm)	Tempo (Minutos)
-1	40	1:2	1	15
0	50	1:4	1,5	30
1	60	1:6	2	45

Tabela 3. Variáveis e níveis avaliados no planejamento fatorial fracionado 24-1, com 3 pontos centrais, utilizado na desidratação osmótica do abacaxi assistida por ultrassom. Fonte: Autores, (2019).

Os ensaios foram incubados em banho ultrassônico (Quimis, Q335D), com uma frequência de 40 kHz e resultados foram avaliados em termos de umidade (%) e submetidos a análise estatística.

Após constatar as variáveis que mais influenciavam nesse processo, foi utilizado

o planejamento fatorial completo 22, com três pontos centrais, em que foi fixada a utilização do tamanho de 1 cm³ e a proporção fruta:xarope para 1:2 (Tabela 4). Os resultados também foram avaliados em termos de umidade (%) submetidos a análise estatística.

Variáveis/Níveis	Sacarose (%)	Tempo (Minutos)
-1	50	45
0	60	75
1	70	105

Tabela 4. Variáveis e níveis avaliados no planejamento fatorial 22, com 3 pontos centrais, utilizado na desidratação osmótica do abacaxi assistida por ultrassom. Fonte: Autores, (2019).

Análise estatística

Para análise estatística, os resultados obtidos em teor de umidade (%) foram submetidos ao software Statistica 7.0.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desidratação osmótica sem ultrassom (bancada)

Pelo planejamento fatorial fracionado 24-1 pode-se avaliar dentre as quatro variáveis analisadas, quais tem a maior influência na desidratação osmótica do abacaxi. Na Tabela 5 é possível observar uma redução de aproximadamente 35 % da umidade inicial da fruta in natura (redução de 89,17 para 57,84 %).

Experimentos	Sacarose (%)	Fruta:Xarope (g:mL)	Tamanho (cm ³)	Tempo em Bancada (h)	Umidade (%)
<i>In natura</i>					89,17±0,16
1	-1 (40)	-1(1:2)	-1 (1)	-1 (2)	72,04±0,14
2	1 (60)	-1(1:2)	-1 (1)	1 (6)	57,22±1,80
3	-1 (40)	1(1:6)	-1 (1)	1 (6)	64,64±0,25
4	1 (60)	1 (1:6)	-1 (1)	-1 (2)	57,84±1,46
5	-1 (40)	-1(1:2)	1(2)	1 (6)	68,39±0,37
6	1 (60)	-1(1:2)	1(2)	-1 (2)	61,14±4,79
7	-1 (40)	1(1:6)	1(2)	-1 (2)	72,58±1,52
8	1 (60)	1 (1:6)	1(2)	1 (6)	58,52±4,74
9	0 (50)	0 (1:4)	0 (1,5)	0 (4)	65,77±0,72
10	0 (50)	0 (1:4)	0 (1,5)	0 (4)	65,29±0,52
11	0 (50)	0 (1:4)	0 (1,5)	0 (4)	66,74±1,75

Tabela 5. Matriz do planejamento fatorial fracionado 24-1, com três pontos centrais, com as variáveis reais e codificadas para a desidratação osmótica do abacaxi, com as respostas

Os resultados obtidos a partir do uso de o planejamento experimental apresentam uma boa reprodutibilidade, isso pode ser observado nos pontos centrais, uma vez que apresentam um baixo erro na triplicata, como uma média de umidade de $65,93 \pm 1,12\%$. Pela Tabela 5 observa-se que os ensaios 2 e 4 apresentaram a mesma umidade, independentemente da proporção de fruta: xarope e do tempo de imersão. Para ambos os ensaios o tamanho dos cubos de abacaxi (1 cm^3) e da concentração da solução de sacarose (60%) foram iguais. O ensaio 8 também apresentou uma baixa umidade, sendo que este ensaio também empregou solução de sacarose de 60%.

Nos ensaios de desidratação osmótica em bancada observa-se que quanto maior a concentração do agente osmótico, maior é a perda de umidade da fruta. Segundo Mercali (2009), na desidratação osmótica existem dois fluxos de transferência de massa: difusão da água do alimento para a solução e de soluto da solução osmótica para o alimento, sendo que a força motriz para essa transferência de massa é a diferença entre o potencial químico da água entre o alimento e a solução osmótica. Dessa forma, quanto maior a concentração da solução osmótica, maior será essa força motriz e, conseqüentemente maior a remoção de água do alimento e menor a sua umidade.

A análise estatística dos dados da Tabela 5 também mostra que a concentração da solução osmótica é a variável que mais interfere na desidratação osmótica do abacaxi (Figura 1).

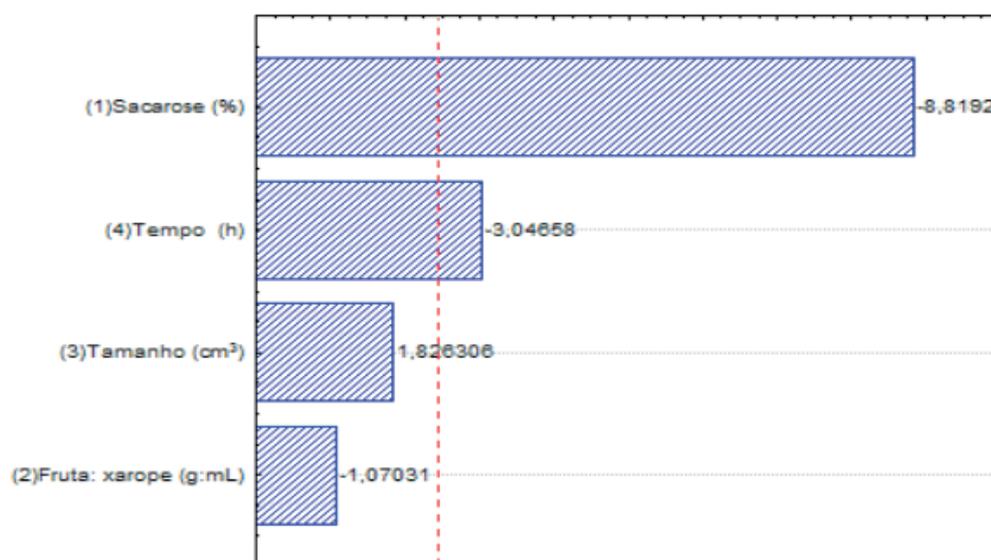


Figura 1. Diagrama de Pareto dos efeitos das variáveis sobre a perda de umidade na desidratação osmótica do abacaxi. Fonte: Autores, (2019).

Ao analisar a Figura 1 é importante ressaltar que o software utilizado na análise estatística avalia que quanto maior a variável resposta (umidade), melhor é o processo. No entanto, para o processo de desidratação osmótica espera-se a redução da umidade

de modo que a influência da concentração de sacarose pode ser considerada positiva, ou seja, maiores concentrações tendem a resultar em menores umidades. Apesar de não ser estatisticamente significativo ao nível de probabilidade de 5% ($p < 0,05$), o aumento do tempo de contato favoreceu o processo de desidratação do abacaxi. O tamanho dos cubos e a proporção de fruta e solução osmótica foram as variáveis que apresentam menor influência na redução de umidade, sendo essa influência negativa, ou seja, quanto menor o tamanho e menor a proporção, menor será a umidade final da fruta.

Dessa forma, foi realizado um planejamento fatorial completo 2², com 3 pontos centrais (Tabela 6), utilizando como variáveis independentes a concentração da solução de sacarose e o tempo de imersão. O tamanho dos frutos foi fixado em 1 cm³ e proporção fruto: xarope foi mantida a 1:2, uma vez que foram as variáveis que apresentaram menor influência na desidratação osmótica do abacaxi.

Experimentos	Sacarose (%)	Tempo em Bancada (h)	Umidade (%)
<i>In natura</i>			89,17±0,16
1	-1 (50)	-1 (6)	69,97±1,68
2	1 (70)	-1 (6)	57,27±1,70
3	-1 (50)	1 (18)	64,64±1,44
4	1 (70)	1 (18)	55,52±2,37
5	0 (60)	0 (12)	59,53±2,38
6	0 (60)	0 (12)	60,29±2,96
7	0 (60)	0 (12)	57,01±0,81

Tabela 6. Matriz do planejamento fatorial completo 2², com 3 pontos centrais, com as variáveis reais e codificadas para a desidratação osmótica do abacaxi, com as respostas expressas em termos de umidade. Fonte: Autores, (2019).

A boa reprodutibilidade dos resultados obtidos no planejamento experimental pode ser observada nos pontos centrais, uma vez que apresentam um baixo erro na triplicata, como uma média de umidade de 58,94±2,91%. Pela Tabela 6 é possível verificar que quanto maior a concentração da solução osmótica, menor a umidade da fruta, o que está de acordo com o observado no primeiro planejamento experimental. Observa-se também que o aumento do tempo de imersão não interferiu na remoção de umidade, uma vez que nos ensaios 4 e 2, ambos utilizaram a concentração de sacarose de 70%, a umidade foi de 55,52 e 57,27% para 18 e 6 horas de imersão, respectivamente. Isso fica nítido no Diagrama de Pareto (Figura 2) que mostra a influência da concentração da solução osmótica e tempo de imersão na desidratação do abacaxi.

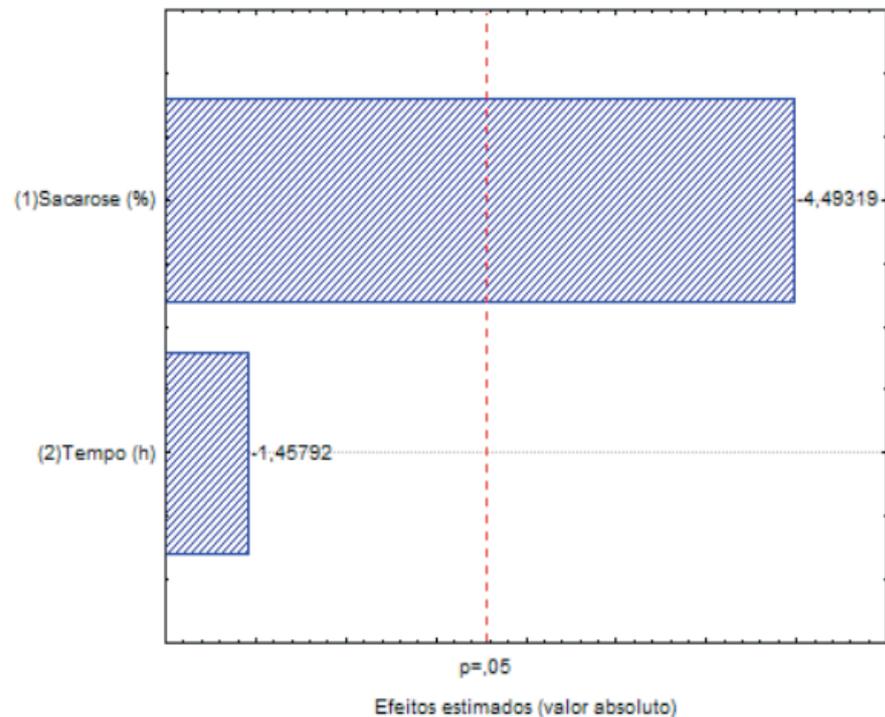


Figura 2. Diagrama de Pareto dos efeitos da concentração da solução osmótica e tempo de imersão sobre a perda de umidade na desidratação osmótica do abacaxi. Fonte: Autores, (2019).

Na Figura 2 é possível confirmar que a concentração da solução osmótica é a variável que mais interfere na perda de umidade do abacaxi na desidratação osmótica, sendo que quanto maior a concentração de sacarose, menor a umidade da fruta. Porém, em concentrações acima de 70% ocorre o processo de re-cristalização do açúcar, inviabilizando o seu uso como solução osmótica. Dessa forma, definiu-se como melhor condição a proporção de fruto:xarope 1:2, tamanho de 1cm³, 70 % de sacarose e 6 horas, uma vez que o tempo de imersão não foi estatisticamente significativo ao nível de probabilidade de 5% ($p < 0,05$) e quanto menor o tempo, mais rápido e econômico é o processo.

Avaliação das variáveis que interferem na desidratação osmótica assistida por ultrassom

Na desidratação osmótica do abacaxi assistida por ultrassom, foi possível reduzir a umidade do fruto em até 16 %, em apenas 45 minutos de imersão (Tabela 7). A boa reprodutibilidade dos resultados obtidos no planejamento experimental pode ser observada nos pontos centrais, uma vez que apresentam um baixo erro na triplicata, com uma média de umidade de $79,82 \pm 1,34\%$.

Experimentos	Sacarose (%)	Fruta:Xarope (g:mL)	Tamanho (cm)	Tempo em Ultrassom (Minutos)	Umidade (%)
<i>In natura</i>					90,25± 0,24
1	-1 (40)	-1(1:2)	-1 (1)	-1 (15)	84,29±0,88
2	1 (60)	-1(1:2)	-1 (1)	1 (45)	75,70±2,05
3	-1 (40)	1(1:6)	-1 (1)	1 (45)	79,98±1,20
4	1 (60)	1 (1:6)	-1 (1)	-1 (15)	80,43±1,55
5	-1 (40)	-1(1:2)	1(2)	1 (45)	82,63±0,52
6	1 (60)	-1(1:2)	1(2)	-1 (15)	87,99±8,87
7	-1 (40)	1(1:6)	1(2)	-1 (15)	84,42±0,71
8	1 (60)	1 (1:6)	1(2)	1 (45)	78,74±2,40
9	0 (50)	0 (1:4)	0 (1,5)	0 (30)	80,23±1,09
10	0 (50)	0 (1:4)	0 (1,5)	0 (30)	80,63±0,43
11	0 (50)	0 (1:4)	0 (1,5)	0 (30)	78,60±0,57

Tabela 7. Matriz do planejamento fatorial fracionado 24-1, com 3 pontos centrais, com as variáveis reais e codificadas para a desidratação osmótica do abacaxi assitida por ultrassom, com as respostas expressas em termos de umidade. Fonte: Autores, (2019).

Pela Tabela 7 é possível observar que assim como na desidratação osmótica de bancada, independentemente do tamanho e da proporção de fruto:xarope, maiores concentrações de sacarose e maiores tempos de imersão, contribuíram para a remoção da água do abacaxi e, conseqüentemente para a redução de umidade da fruta. Esse comportamento pode ser observado nos ensaios que apresentaram os menores umidades (2 e 8).

A análise estatística dos dados mostrados na Tabela 7 apresentaram um baixo coeficiente de determinação (R²) na Análise de Variância (ANOVA), de apenas 0,3748. Como seria desejável que esse valor fosse de pelo menos 0,90, a seleção das variáveis para o próximo delineamento experimental foi baseada nas usadas na desidratação osmótica de bancada, visto que o comportamento observado foi o mesmo, ou seja, maiores concentrações da solução osmótica e maiores tempos de imersão resultaram em uma maior perda de água.

Dessa forma, foi realizado um planejamento fatorial completo 22, com 3 pontos centrais, cujas variáveis independentes foram o tempo de imersão e a concentração da solução de sacarose (Tabela 8). O tamanho dos cubos e a proporção de fruta e solução osmótica foi fixado em 1 cm³ e 1:2, g:mL, respectivamente.

Experimentos	Sacarose (%)	Tempo em Ultrassom (Minutos)	Umidade (%)
<i>In natura</i>			89,83±0,30
1	-1 (50)	-1 (45)	79,75±0,98
2	1 (70)	1 (75)	64,82±0,67
3	-1 (50)	-1 (45)	78,99±0,28
4	1 (70)	1 (75)	63,15±2,70
5	0 (60)	0 (60)	74,59±0,21
6	0 (60)	0 (60)	75,35±0,48
7	0 (60)	0 (60)	71,81±1,52

Tabela 8. Matriz do planejamento fatorial completo 2², com 3 pontos centrais, com as variáveis reais e codificadas para a desidratação osmótica assistida por ultrassom, com as respostas expressas em termos de umidade. Fonte: Autores, (2019).

Pela Tabela 8 observa-se que maiores concentrações de sacarose e maiores tempos de imersão, contribuíram para a redução de umidade da fruta. Esses resultados corroboram todos os dados que foram discutidos ao longo do presente estudo. Dessa forma, definiu-se como melhor condição para a desidratação osmótica assistida por ultrassom a proporção de fruto: xarope 1:2, tamanho de 1 cm³, 70 % de sacarose e 75 minutos.

Embora a umidade obtida nos ensaios com ultrassom seja mais elevada que as umidades da desidratação de bancada, é importante ressaltar que a redução significativa no tempo de imersão justifica a utilização dessa tecnologia como uma ferramenta auxiliar na transferência de massa, uma vez que em apenas 75 minutos obteve-se uma umidade de 63,15%, enquanto que nos ensaios em bancada a umidade foi de 57,27 % em 360 minutos, tempo esse muito superior. Isso ocorre porque o ultrassom facilita a saída de água e conseqüente troca com solutos.

4 | CONCLUSÃO

As variáveis que mais interferem na desidratação osmótica do abacaxi, tanto com ou sem a utilização de energia ultrassônica são a concentração de sacarose e o tempo de imersão. Além disso, os ensaios com ultrassom reduziram significativamente o tempo de contato, de 6 horas para 75 minutos.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, S. A.; METRI, J. C.; BARROS-NETO, B. de et al. **Desidratação osmótica do jenipapo (*Genipa americana* L.)**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.23, n.2, p.276-281, 2003.
- BARUFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. **Fundamentos de Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1998. 317 p.
- DIAS, M. C. **Comida jogada fora**. **Correio Braziliense**, 31 de Agosto de 2003. <http://www.consciencia.net/2003/09/06/comida.html>. Acesso em outubro de 2019.
- DROUZAS, A. E.; SCHUBERT, H. **Microwave application in vacuum drying of fruit**. Journal of Food Engineering, v.28, p.203-209, 1996.
- ELAOUAR, A. A.; AZOUBEL, P. M.; MURR, F. E. X. **Drying kinetics of fresh and osmotically pre-treated papaya (*Carica papaya* L.)**. Journal of Food Engineering, v. 59, n. 1, p. 85-91, 2003.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: ANVISA, 2008.
- LEITE, L. A. S. **O agronegócio manga no Nordeste do Brasil**. In: CASTRO, A.M.G. Cadeias produtivas e sistemas naturais: prospecção tecnológica. Brasília: Embrapa – SPI, 1998. p. 389-438.

LIMA, A. S.; FIGUEIREDO, R. W.; MAIA, G.A.; LIMA, J. R.; SOUZA NETO, M. A.; SOUZA, A. C. R. **Estudo das variáveis de processo sobre a cinética de desidratação osmótica de melão.** Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, v.24, n.2, p.282-286, 2004.

MANHEIM, C. H.; LIU, J. X.; GILBERT, S. G. **Control of water in foods during storage.** Journal of Food Engineering, n. 22, p. 509-532, 1994.

MERCALI, G. D. **Estudo da transferência de massa na desidratação osmótica da banana (*Musa sapientum*, shum).** Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2009.

TONON, R. V.; BARONI, A. F.; HUBINGER, M. A. **Estudo da desidratação osmótica de tomate em solução ternário pela metodologia de superfície de resposta.** Revista Ciência Tecnologia de Alimentos, v.26, n.3, p.715-723, 2006.

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

Data de Aceite: 03/01/2020

Zaira de Jesus Barros Nascimento

Universidade Estadual do Maranhão,
São Luís - MA.

Raimundo Nonato Rabelo

Universidade de Franco,
São Paulo - SP.

Herlane de Olinda Vieira Barros

Universidade Estadual do Maranhão,
São Luís - MA

Viviane Correa Silva Coimbra

Universidade Estadual do Maranhão - UEMA,
São Luís - MA.

Anna Karoline Amaral Sousa

Universidade Estadual do Maranhão - UEMA,
Centro de Ciências Agrárias,
São Luís - MA

Bruno Raphael Ribeiro Guimarães

Medicina Veterinária
Ministério da agricultura Pecuária e
Abastecimento - MAPA,
São Luís - MA.

RESUMO: Objetivou-se com esta pesquisa oferecer, aos estabelecimentos abatedouros de carne de bovina, técnicas de redução de custos avaliando a viabilidade econômica do uso do filme stretch na embalagem das meias carcaças

bovinas. Foram selecionadas 50 animais machos provenientes do mesmo lote e cada meia - carcaça foi pesada antes da refrigeração, para obter os pesos da carcaça quente, sendo então metade de cada carcaça revestida com embalagem tipo stretch (Grupo Tratamento) e a outra metade refrigerada sem a embalagem (Grupo Controle). Após a refrigeração, aferiu-se a temperatura e pesou-se cada meia-carcaça fria, para então, se proceder os cálculos das perdas absolutas (em quilos) e relativas (em porcentagem) decorrentes do processo de refrigeração de cada Grupo. As meias-carcaças foram resfriadas na mesma câmara frigorífica, sob as mesmas condições de temperatura, para evitar diferenças decorrentes da circulação de ar no processo de refrigeração. Para embalagem, cada meia-carcaça do Grupo tratamento foi envolvida todo conjunto de tecidos ósseos-esqueléticos desde a extremidade do membro posterior até a musculatura da região cervical, utilizando-se filme de polietileno esticável do tipo Bobina Stretch, modelo 50X0025. O uso do filme na meia – carcaça mostrou-se eficiente na manutenção e redução da perda de peso no resfriamento, porém dificultou o ganho de frio e mostrando-se não ser economicamente viável ao estabelecimento.

PALAVRAS-CHAVE: Carne bovina, embalagem, perdas.

ECONOMIC EVALUATION OF THE USE OF STRETCH MOVIE IN COOLED COVERS CARRIED OUT IN IMPERATRIZ-MA MUNICIPALITY

ABSTRACT: The objective of this research was to offer beef slaughtering establishments cost reduction techniques by evaluating the economic viability of using stretch film in the packaging of beef half carcasses. Fifty male animals from the same batch were selected and each half - carcass was weighed before chilling to obtain the weights of the warm carcass, being then half of each carcass coated with stretch - type packaging (Treatment Group) and the other half chilled without Packaging (Control Group). After refrigeration, the temperature was measured and each cold half-carcass was weighed, so that the absolute (in kilos) and relative (percentage) losses resulting from the refrigeration process of each Group were calculated. The half-carcasses were cooled in the same cold room, under the same temperature conditions, to avoid differences due to air circulation in the refrigeration process. For packaging, each half carcass of the Treatment Group was wrapped around the entire set of bone-skeletal tissues from the extremity of the hind limb to the musculature of the cervical region using Stretch Coil Stretch Coil, model 50X0025. The use of half - carcass film was efficient in maintaining and reducing cooling weight loss, but it made difficult the gain of cold and proving not to be economically viable to the establishment.

KEYWORDS: Beef, packaging, losses.

1 | INTRODUÇÃO

No ranking mundial, o Brasil ocupa o segundo lugar na produção de carne bovina e o primeiro lugar na exportação. Essa posição dar-se pelos reflexos de maiores investimentos na cadeia produtiva, nos setores de sanidade, produção animal, melhoramento genético e manejo nutricional. A produção de carne necessita, para manter os níveis de competitividade, de investimentos em tecnologias que proporcionem a melhoria e o crescimento sustentável, mantendo assim a qualidade e a sanidade do produto ofertado. (ABIEC, 2016).

O Estado do Maranhão possui um rebanho bovino efetivo de 7.684.065 cabeças, de acordo com o dado anuário da Agência Estadual de Defesa Agropecuária (AGED/MA, 2016), ocupando o segundo lugar da Região Nordeste e o 12º lugar no cenário nacional nesta cadeia produtiva (IBGE, 2013). A produção pecuária maranhense é significativa em termos quantitativos e tem apresentado grande progresso.

A segunda maior cidade do Maranhão, Imperatriz, localizada na mesorregião oeste do Estado, distante aproximadamente 753 Km da capital São Luís, possui pecuária expoente no Maranhão com rebanho estimado em 1.276,142 cabeças bovinas, perfazendo mais de 16,06% do rebanho estadual, onde está inserida a planta frigorífica, na qual se realizou o experimento (AGED, 2016).

A carne, para ser considerada apta ao consumo, necessita prontamente de cuidados de manipulação e armazenamento, desde o abate dos animais até a sua comercialização. No processo de abate, a refrigeração é a etapa final, sendo, portanto,

um ponto de controle sanitário, onde ocorre o processo de maturação sanitária. O processo padrão de refrigeração proporciona perda de peso em função da exsudação e desidratação superficial, e as perdas podem variar de 0,75 a 2% (FREITAS et al., 2008; SAMPAIO, 2013).

Segundo Savell et al. (2005), o resfriamento post-mortem da carcaça bovina busca assegurar a segurança alimentar, potencializando a validade, mantendo as características desejáveis da carne. A produção de carne necessita, para manter os níveis de competitividade, de investimentos em tecnologias que proporcionem a melhoria e o crescimento sustentável, mantendo assim a qualidade e a sanidade do produto ofertado.

Durante o período de resfriamento das carcaças bovinas, as perdas de peso geram uma considerável redução econômica nas indústrias e na busca por minimizar essas perdas, desenvolveu-se uma técnica alternativa pouco pesquisada no Brasil conhecida popularmente por stretch, que consiste em envolver cada meia-carcaça bovina previamente ao processo de refrigeração com um filme de polietileno esticável específico de uso em alimentos, com a finalidade de diminuir a evaporação e o gotejamento de líquidos exsudativos (SILVA,2012).

Com intuito de reduzir consideravelmente as perdas decorrentes do processo de refrigeração no abatedouro e na intenção de avaliar a viabilidade econômica do uso do filme stretch na embalagem das meias carcaças bovinas, objetivou-se com esta pesquisa oferecer, ao estabelecimento, técnicas de redução de custos e proteção das carcaças quanto aos agentes externos, principalmente, micro-organismos deteriorantes.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Local e período do estudo

O estudo foi realizado em um abatedouro de bovinos localizado no Município de Imperatriz – MA sob fiscalização permanente do Serviço de Inspeção Federal (SIF), registrado sob o nº 2431, autorizado pelo estabelecimento conforme ofício em anexo. O referido matadouro encontra-se situado na zona rural/urbana.

O estudo foi desenvolvido no período de 05 a 09 de junho do corrente ano, sendo utilizado dois dias para teste, dois dias para execução do experimento e um dia para observação da desossa.

Unidades experimentais

O experimento foi realizado em cinco dias consecutivos, onde as carcaças foram submetidas aos tratamentos com e sem embalagem e foram determinadas as perdas de peso e realizadas as mensurações de temperatura. Dois dias antes foi realizado um teste que serviu como piloto sendo traçadas as estratégias de operacionalização,

padronização das técnicas, quantificação de material e pessoal, definição da equipe de trabalho e respectivas funções, posicionamento de equipamentos e pessoal. Havendo um cuidado com a segurança e integridade dos colaboradores, além dos cuidados para interferir minimamente nas atividades rotineiras do estabelecimento.

Tratamento

No dia do experimento foram abatidos 217 animais, dos quais utilizou-se os 50 últimos. Todos os animais eram machos, provenientes do mesmo lote. Cada carcaça, dos animais avaliados, tiveram uma meia-carcaça refrigerada sem o uso do filme de polietileno esticável (grupo controle) e outra meia-carcaça refrigerada com uso do filme (grupo tratamento), conforme Figura 1.

Após o processo de abate, as carcaças foram identificadas no quarto traseiro (QT) na própria sala de matança com etiqueta plástica, em pares, para participarem do tratamento em iguais condições. Cada meia carcaça foi pesada antes da entrada na câmara, para obter o peso da meia-carcaça quente. Nesta etapa foi observada a temperatura da meia-carcaça quente, avaliada através da planilha de autocontrole do próprio estabelecimento.

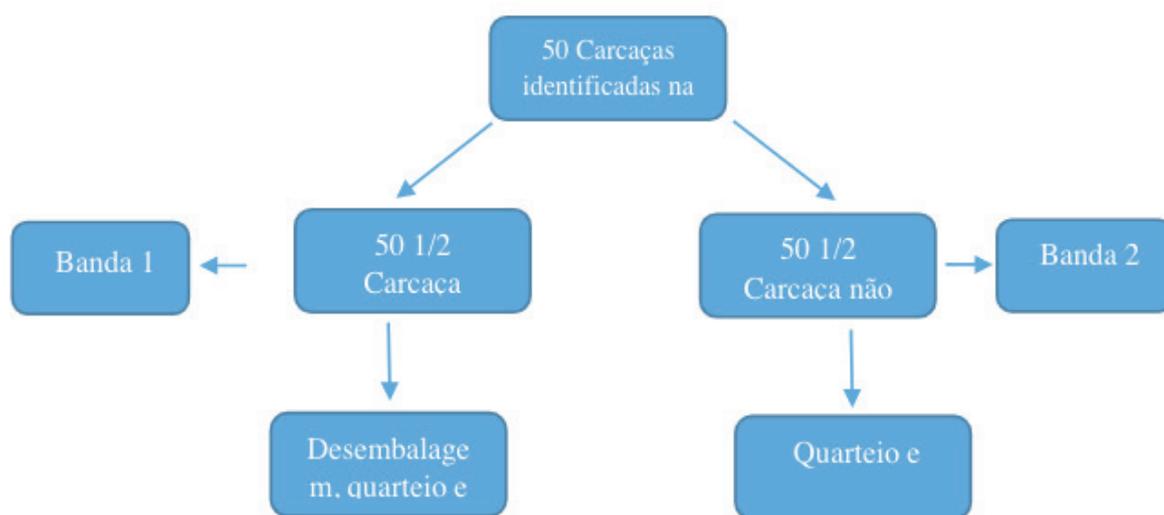


Figura 1. Fluxograma das etapas do experimento. Fonte: Elaborado pelos autores

Ao entrar na câmara fria, meia carcaça de cada animal, sendo o do lado esquerdo de todos, foi revestida desde a extremidade do membro posterior, todo o seu complexo ósseo esquelético até a musculatura da região cervical com embalagem filme (tipo bobina stretch, modelo 50X0025), demonstrado na figura 4, sendo assim denominado grupo tratamento e a outra metade refrigerada sem a embalagem, grupo controle. Para operação de embalagem das meias carcaças gastou-se aproximadamente 4 minutos por meia carcaça embalada totalizando um tempo médio de 4 horas. Ambos os grupos foram identificados adicionalmente, na ponta de agulha (PA) e quarto dianteiro (QD).

As meias carcaças embaladas e as não embaladas foram resfriadas lado a

lado na mesma câmara fria, sob as mesmas condições de temperatura, para evitar diferenças decorrentes da circulação de ar no processo de refrigeração. A câmara fria do estabelecimento, utilizada para a pesquisa, tem capacidade de armazenamento de 100 carcaças, porém utilizou-se apenas metade dessa capacidade buscando oferecer maior segurança durante o experimento.

Após as 24 horas do processo de refrigeração, na câmara fria a uma temperatura entre 0 a 4°C, e ventilação de ar de 0,5 a 3 metros por segundo, as meias-carcaças foram retiradas da câmara de resfriamento, removeu-se o filme cuidadosamente do grupo tratamento e em seguida foi aferida a temperatura das carcaças, de cada grupo separadamente, verificando se ocorreu ou não interferência da embalagem no ganho de frio das mesmas. A aferição foi realizada com uso de um termômetro tipo espeto na intimidade dos músculos do coxão mole (M.Obturatorius internos). Pesou-se cada carcaça e esta operação foi realizada após a divisão em quarteio (traseiro, dianteiro e ponta de agulha), conforme rotina do frigorífico, para então calcular as perdas absolutas em quilos e relativas em porcentagem decorrentes do processo de refrigeração de cada grupo.

Avaliação econômica

Levantou-se junto ao abatedouro os custos operacionais com cada colaborador, valor e quantidade de filme polietileno utilizado, obteve junto ao estabelecimento o valor de cada quilo vivo pago ao pecuarista, e as possíveis diferenças decorrentes do tratamento, e conseqüentemente seu retorno financeiro ou não.

Análises estatísticas

Os dados obtidos foram registrados em planilhas do Excel para compor o banco de dados a ser avaliado estatisticamente através do programa Epi Info versão 3.3.2 e STATA 9.0 (TOMA et al., 2004)

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura da meia-carcaça quente verificada neste experimento foi em média de 39,5°C, porém a temperatura da carcaça após as 24 horas de frio foi em média de 5,95°C no grupo controle e de 8,38°C no grupo tratamento. Apresentando diferença entre os grupos de 2,43°C. Portanto, as meia-carcaças do grupo tratamento, apresentaram uma temperatura de saída da câmara fria, após as 24 horas de refrigeração, mais elevada que as do grupo controle. Apesar da diferença, ambas estão em conformidade com a Legislação Brasileira que determina que o resfriamento deve favorecer a redução da temperatura, devendo esta alcançar 10°C após as primeiras 24 horas (BRASIL, 1998).

Esta alteração significativa de temperatura também foi encontrada por Lolatto

(2014) que relatou uma diferença de 2,48°C das meias-carcaças com revestimento para as sem revestimento, num período de 24 horas. Já, Sampaio em 2013 observou em seu estudo uma alteração de 0,97°C das meias-carcaças revestidas estando mais quentes em relação às meias carcaças sem revestimento, após 24 horas de refrigeração e relatou ainda que o filme plástico dificulta a troca de calor funcionando como isolante térmico, verificando sobre a carcaça embalada uma umidade na superfície da carcaça, fato este também observado neste experimento.

Freitas, et al (2016), com relação ainda a alteração da temperatura, observou uma diferença entre os tratamentos após as 24 horas de refrigeração. As carcaças stretchadas como denominadas por eles, em média apresentaram temperaturas mais elevadas de 1,86°C em relação às não stretchadas de 0,57°C, com as temperaturas mais elevadas após 24 horas de maturação sanitária, houve o favorecimento da multiplicação de micro-organismos mesófilos, considerados indicadores da presença de deteriorantes e patogênicos.

Embora não seja objetivo deste trabalho, foi observado uma alteração na coloração das meia-carcaças embaladas com o filme stretch do grupo controle. Fato esse também observado por Andrade em 2014, que verificou que o revestimento plástico influenciou na cor das meias - carcaças reiterando a sua função como isolante térmico, dificultando a redução de temperatura no seu interior.

Em relação ao resultado geral de perdas de peso relativas após as 24 horas de refrigeração, as carcaças do grupo tratamento perderam 2,02kg e as grupo controle perderam 3,71kg. No resultado geral de perdas absolutas pelo processo de refrigeração, o valor percentual de quebra de peso é de 1,03% para grupo tratamento e 2,23% para grupo controle. A diferença dos grupos foi de 1,10%, entretanto, com a interação foi possível observar que o uso do filme de polietileno mostra-se eficaz na redução da perda de peso das carcaças revestidas.

Resultados semelhantes foram encontrados por Lollato (2014), onde as carcaças sem o uso do filme de polietileno perderam em média 1,69 kg correspondendo a 0,17% e com o uso do filme perderam em média de 0,70 kg tendo percentual de 0,18%, uma diferença em média de 1 ponto percentual, também os resultados corroboram com os de Sampaio (2013), que também avaliou o uso do filme stretch e encontrou uma redução de 1,23 % nas perdas de peso das carcaças revestidas.

Para a estrutura atual do local onde se efetivou o experimento o uso do filme não se mostrou prático devido a necessidade de se utilizar alguns equipamentos que não são usuais as atividades de rotina do local, como a escada, oferecendo riscos aos colaboradores, exigindo tempo adicional as suas atividades, em contrapartida a embalagem demonstrou-se útil oferecendo boa resposta na manutenção do peso das carcaças.

Na avaliação dos custos financeiros diretamente envolvidos com o uso do filme stretch nas carcaças bovinas, foi constatado que o custo total do experimento foi de R\$ 3.193,76.

Em relação à economia com a utilização da embalagem obteve-se o valor do quilo vivo pago ao pecuarista no período do estudo, pelo estabelecimento, e multiplicou-se pelo valor em quilo economizado no experimento.

Realizando um balanço da despesa com a economia constatada no experimento, evidenciou-se um saldo negativo de R\$ 2.360,18. Sendo assim, no estabelecimento em questão a técnica não é viável financeiramente nesta quantidade estudada, porém considerando a capacidade máxima do abatedouro, 600 cabeças ampliariam a economia com a embalagem tornando assim a técnica viável financeiramente e até lucrativa.

Analisando estatisticamente, os dados obtidos no experimento de peso das carcaças embaladas e não embaladas verificou-se que não houve diferença entre os tratamentos.

4 | CONCLUSÃO

A tecnologia proposta dificultou o ganho de frio nas carcaças, que inicialmente apresentavam temperatura média de 38°C a 41°C (carcaça quente) e após as 24 horas de frio saíram as carcaças embaladas com 8,38°C e as não embaladas com temperatura de 5,95°C.

Com relação a manutenção do peso da carcaça, o experimento mostrou-se eficiente, pois as carcaças não embaladas que entraram na câmara com 165 Kg aproximado, após a refrigeração saíram com 162 Kg, já as embaladas entraram com 165 Kg e saíram com 163 Kg tendo uma perda menor que as não embaladas.

Para a rotina específica do frigorífico estudado não demonstrou ser economicamente viável pois impactou na rotina do estabelecimento, ampliando o tempo de pesagem, a produção de resíduos sólidos e também foi necessário dispor de um grande número de colaboradores para execução da atividade, o que onera financeiramente.

A prática da utilização do filme stretch requer estudos adicionais quanto a alteração físico-química e microbiológica da carcaça para assegurar a integridade e qualidade do produto final e conseqüentemente a sua vida útil de prateleira.

REFERÊNCIAS

AGED/MA. **Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Estado do Maranhão**. Disponível: www.aged.gov.br. Acesso em: 30 de out de 2016.

ANDRADE, P. B. **Avaliação físico – química de meias carcaças bovinas resfriadas e de cortes desossados sob emprego do filme *stretch***. Dissertação: Universidade Federal de Goiás. Goiânia. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE CARNES (ABIEC). **Exportações Brasileiras de Carne Bovina: 2016**. Disponível em: www.abiec.com.br. Acesso em: 29 de maio de 2017.

BARACAT, R. S. **Avaliação do processo por embalagem do tipo atmosfera modificada na conservação de carne bovina porcionada. Tese.** Universidade de São Paulo: Faculdade de zootecnia e engenharia dos alimentos. Pirassununga, 2006.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria Nº 46 de 10 de fevereiro de 1998. Institui o Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle - APPCC a ser implantado, gradativamente, nas indústrias de produtos de origem animal sob o regime do Serviço de Inspeção Federal - SIF, de acordo com o Manual Genérico de Procedimentos.** Diário Oficial da União, Brasília.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria Nº 304 de 22 de Abril de 1996. Estabelecimentos de abate de bovinos, bubalinos e suínos, somente poderão entregar carnes e miúdos, para comercialização, com temperatura até 7(sete) graus centígrados.** Diário Oficial da União, Brasília.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Portaria Nº 1428 de 26 de novembro de 1993. Prova, na forma dos textos anexos, o “Regulamento Técnico para Inspeção Sanitária de Alimentos”, as “Diretrizes para o Estabelecimento de Boas Práticas de Produção e de Prestação de Serviços na Área de Alimentos” e o “Regulamento Técnico para o Estabelecimento de Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ’s) para Serviços e Produtos na Área de Alimentos”.** Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 02 de dezembro de 1993.

DATAGRO. **Consumo de carne bovina no Brasil em 2016.** Disponível em: www.infomoney.com.br. Acesso em: 19 de maio de 2017.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Manual on Meat Cold store Operations and Management.** FAO Corporate Document Repository FAO [online]. Rome, 2007. [Acesso 08 mai 2017]. Disponível em: <http://www.fao.org/docre>.

FELLOWS, P.J. **Tecnologia do processamento de alimentos:** princípios e pratica. 2 ed. Ed: Artmed. 2006, 602p.

FREITAS, A. K.; et al. **Características de carcaças de bovinos Nelore inteiros v.s. castrados em duas idades, terminados em confinamento.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n.6, p.1055-1062,2008.

FREITAS, F. W.; et. al. **Utilização de filme stretch com parâmetros físico – químicos e microbiológicos de carcaças bovinas.** B.CEPPA, Curitiba, v.34, p.45-52 jan./jun.2016

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de dados agregados(2013).** Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=3939&z=t&o=24&i=P>>. Acesso em: 20 jun. 2015.

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne.** Trad. Jane Maria Rubensam. 6.ed. Porto Alegre: Artmed,2005. 384p.

LEMONS, A. L. S. C. **Zoonutrientes – carne e produtos cárneos, uma nova abordagem nutricional.** Tecno Carnes, Campinas: CTC, v. 13, n.3, maio/jun. 2003.

LOLLATO, D. C. J. **O uso do filme de polietileno esticável na refrigeração de carcaças bovinas.** [Dissertação] Sinop: Universidade Federal do Mato Grosso – UFMT, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais; 2014.

OLIVEIRA, T. E. et al. **Alianças Mercadológicas Estratégicas e Elementos de Diferenciação na Cadeia da Carne Bovina no Brasil.** Management (IJSM), v. 14, n. 2, p. 40-50, 2015.

PACHECO, P. S.; RESTLE, J.; MISSIO, R. L.; MENEZES, L. F. G.; ROSA, J. R. P.; KUSS, F.; ALVES-FILHO, D. C.; NEIVA, J. N. M.; DONICHT, P. A. M. M. **Características da carcaça e do corpo vazio de bovinos Charolês de diferentes categorias abatidos com similar grau de acabamento.** Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. vol.65 n°.1 Belo Horizonte Feb. 2013.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R. **Ciência, higiene e tecnologia da carne.** Goiânia: CEGRAF – UFG, Niterói, 1145p, 2001.

PARDI, C. M. **Constituintes básicos da carne.** In: **Ciência, higiene e tecnologia da carne.** 2. ed. Goiânia: Ed. UFG, 2005, 1:52-70.

PARDO, C. S. **Influência do método de resfriamento de carcaças bovinas nas variações de peso e nas medidas físico-químicas sensoriais e microbiológicas do contrafilé.** Tese: Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de engenharia dos alimentos, 2005.

PRATA, L. F.; FUKUDA, R. T. **Fundamentos de Higiene e Inspeção de Carne.** Jaboticabal: Funep, UNESP, 2001.

ROÇA, R. O. **Refrigeração.** F. C. A - UNESP– São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://puhrs.campus2.br/~thompson/Roca108.pdf>>. Acesso em: 10 de Nov. 2016.

SAMPAIO, G. S. L. **Avaliação da perda de peso, da condição higiênico-sanitária e tecnológica de meias carcaças e quartos bovinos revestidos com polietileno durante o resfriamento.** Dissertação de mestrado. Niterói: Universidade Federal Fluminense, Faculdade de Medicina Veterinária, 2013.

SARCINELLI, M. F. et.al. **Características da carne bovina.** Boletim técnico. 2007

SAVELL, J.W; MULLER, S.L.; BAIRD, B.E. **The chilling of carcasses.** MeatScience.v70,449-459,2005.

SILVA, A. P., cordão M. A., Araújo V. J. A., Silva L. C. A., Gomes A. A. B. & Carvalho M. G. X. 2011. **Avaliação microbiológica de carne bovina (chã de dentro) comercializada no município de Patos,** PB. Hig. Aliment. 25(192/193):93-95.

SILVA, E. P.; SILVA, M. B.; ALBERTON, C. **Avaliação microbiológica de carcaças bovinas refrigeradas com o uso do stretch.** In: XXII Congresso Brasileiro de Zootecnia.2012.

SOUSA, M. C.; TEIXEIRA, L. J. Q.; ROCHA, C. T.; FERREIRA, G. A. M.; LIMA FILHO, T. **Emprego do frio na conservação de alimentos.** Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p. 1 0 2 9. 2013.

TOMA, B. et al. **Epidemiologia aplicada à luta coletiva contra as principais doenças animais transmissíveis.** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 2004. 676p

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

Data de Aceite: 03/01/2020

Quezia da Silva Rosa

Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia de Rondônia (IFRO),
Campus Ariquemes,
Ariquemes - RO.

Mayko da Silva Fernandes

Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia de Rondônia (IFRO),
Campus Ariquemes,
Ariquemes - RO.

RESUMO: O objetivo deste artigo é analisar e traçar o perfil dos alunos do curso técnico em agropecuária do IFRO – Campus Ariquemes. A pesquisa caracterizada como descritiva, foi realizada com quarenta dos noventa e oito alunos do primeiro ano do Curso Técnico em Agropecuária – Turma 2016. Utilizando-se de um questionário como instrumento da coleta de dados. Os resultados apontam que o curso técnico em agropecuária do Campus Ariquemes atende prioritariamente a Região do Vale do Jamari e que é composto por maioria de alunos oriundos da zona urbana, de 14 a 17 anos. O prosseguimento dos estudos foi apresentado como a maior expectativa dos alunos. Em se tratado de verticalização do ensino, a maior parte

dos alunos pesquisados manifestam desejo em prosseguir pela área de agropecuária.

PALAVRAS-CHAVE: Educação profissionalizante, perfil do aluno, continuidade na educação.

VERTICALIZATION OF TEACHING AND PROFESSIONAL AND EDUCATIONAL PERSPECTIVES OF THE IFRO - CAMPUS ARIQUEMES TECHNICAL COURSE STUDENT

ABSTRACT: The objective of this paper is to analyze and profile the students of the technical course in agriculture of IFRO - Campus Ariquemes. The research, characterized as descriptive, was conducted with forty of the ninety-eight students of the first year of the Technical Course in Agriculture - Class 2016. Using a questionnaire as a data collection instrument. The results indicate that the technical course in agriculture of Campus Ariquemes primarily serves the Jamari Valley Region and is composed of most students from the urban area, from 14 to 17 years. The continuation of the studies was presented as the highest expectation of the students. Regarding the verticalization of education, most of the students surveyed expressed their desire to continue in the area of agriculture.

KEYWORDS: Vocational education, student profile, continuity in education.

1 | INTRODUÇÃO

Contextualização e Objetivo

Com o objetivo de ampliar a oferta de mão-de-obra qualificada e consequentemente a produtividade do País, o Governo Federal investiu intensamente na profissionalização dos trabalhadores no período de 2010 a 2016. A Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica, que é composta por Institutos Federais, Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFETs), escolas vinculadas a Universidades, o Colégio Pedro II e uma Universidade Tecnológica, está presente em todos os estados e conta com 41 Instituições congregadas. Em 2019 são mais de 661 campi em atividade (MEC, 2019).

O Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO) está presente em Ariquemes, que é a terceira maior cidade do Estado. Possui área de 4.426,56 km², representando 1,86% do Estado e 0,11% da Região Norte do Brasil. Em termos geográficos, esse município está inserido no Território Rural Vale do Jamari, que abrange uma área de 32.141,20 km², constituído por 09 municípios, a saber, Alto Paraíso, Ariquemes, Buritis, Cacaulândia, Campo Novo de Rondônia, Cujubim, Machadinho D'Oeste, Monte Negro e Rio Crespo (IBGE, 2016).

O município de Ariquemes é o maior em produção agropecuária e arrecadação de ICMS (Imposto Sobre Circulação de Mercadoria e Serviços) deste território. A economia do município se baseia na produção de gado, de lavouras (milho, cacau, frutas tropicais) IBGE, 2016. E na criação de peixe, se destaca como o maior produtor de peixe nativo em cativeiro do Brasil, contribuindo com a soma de 25% do Estado de Rondônia na produção nacional (PeixeBR, 2019).

No início dos anos 70, o ensino técnico no Brasil era visto por alguns como uma necessidade em função do estreitamento das relações do país com o capital internacional e que sofria influência do aconselhamento internacional. Esses países tinham o interesse de manter alguns nichos de mão-de-obra barata e capacitada para garantir às suas empresas multinacionais, meios de exploração de recursos existentes em países menos desenvolvidos. Ou, ainda mesmo, para garantir técnicos capazes de exercer atividades já inexistentes nos países industrializados (ALVES, 2013).

Atualmente, no ensino técnico ainda existe a preocupação com a relação entre educação profissional e mercado de trabalho. No entanto, agora parte-se da ideia que a educação profissional fundamenta-se em uma qualificação abrangente, que se preocupe além das questões técnicas, incorporado outras habilidades como: uma visão crítica das atividades, responsabilidade social, capacidade de reação e interação com diferentes grupos e indivíduos. Englobam também características que são

fundamentos da educação empreendedora (NEVES, 2015). A ideia agora deixa de ser apenas atender aos anseios das empresas em busca de mão-de-obra especializada e acessível. Parte-se para a formação do indivíduo capaz não somente de se inserir no mercado, mas que tenha também a habilidade de desenvolver a região em que está inserido.

Cada curso ofertado deve ser precedido de uma avaliação socioeconômica da região a ser atendida para que se identifique sua vocação. Entende-se que uma vez realizada essa avaliação, os cursos ofertados estarão em consonância com o que a região necessita. A fim de potencializar a vocação regional e maximizar os recursos utilizados no processo formativo do aluno, a Rede Federal trabalha com a verticalização do ensino, que nada mais é do que a oferta de cursos que se complementem desde a educação básica, média e profissional até os cursos de pós-graduação *stricto sensu*.

É necessário também que os alunos que se ingressarem nos cursos dos Institutos Federais tenham plena consciência do que há-de vir. Uma vez formados, estarão capacitados tanto como profissionais quanto como cidadãos, estando aptos a atuar na região, que por sua vez absorverá essa mão-de-obra que será de valia para o seu desenvolvimento socioeconômico local.

No entanto, deve-se considerar que o aluno que ingressa no curso técnico integrado ao ensino médio, o faz, em geral, com a idade de 14 ou 15 anos. E neste momento da vida, nem sempre está pronto para decidir o que fará na vida adulta, muitas vezes fazendo um curso que na verdade não é opção própria, e sim de seus pais. Convém então, analisar, em que medida a verticalização do ensino, vai ser efetivada na vida desses estudantes; se realmente o investimento em profissionais qualificados tanto no corpo técnico, quanto no corpo docente, em instalações e laboratórios vão se transformar em benefícios para a comunidade.

Assim, esse trabalho tem como objeto central de traçar um perfil do aluno do Curso Técnico em Agropecuária do IFRO - campus Ariquemes - e identificar se a sua perspectiva para o término do curso, passa pela verticalização do ensino.

Ensino no Instituto Federal

O Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO) foi criado por meio da Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008, mediante integração da Escola Técnica Federal de Rondônia e da Escola Agrotécnica Federal de Colorado do Oeste (BRASIL, 2008) e sua missão é “Promover educação científica e tecnológica de excelência no Estado de Rondônia voltada à formação de cidadãos comprometidos com o desenvolvimento e a sustentabilidade da sociedade” (IFRO, 2016, p. 5).

A lei 11.892/2008 que criou os Institutos Federais, diz que os IFs e demais instituições equiparadas, tem como finalidade:

I - ofertar educação profissional e tecnológica, em todos os seus níveis e modalidades, formando e qualificando cidadãos com vistas na atuação profissional

nos diversos setores da economia, com ênfase no desenvolvimento socioeconômico local, regional e nacional;

II - desenvolver a educação profissional e tecnológica como processo educativo e investigativo de geração e adaptação de soluções técnicas e tecnológicas às demandas sociais e peculiaridades regionais; [...]

IV - orientar sua oferta formativa em benefício da consolidação e fortalecimento dos arranjos produtivos, sociais e culturais locais, identificados com base no mapeamento das potencialidades de desenvolvimento socioeconômico e cultural no âmbito de atuação do Instituto Federal; [...] (BRASIL, 2008).

Com a explosão da oferta de cursos técnicos no País através da criação da Rede Federal, uma das preocupações passou a ser a verticalização do ensino. Tanto que Eliezer Pacheco, que foi Secretário da Educação Profissional e Tecnológica (SETEC) afirmou que:

Os Institutos fundamentam-se na verticalização do ensino, onde os docentes atuam nos diferentes níveis com os discentes, compartilhando os espaços pedagógicos e laboratórios, além de procurar estabelecer itinerários formativos do curso técnico ao doutorado. Os Institutos Federais também assumem um compromisso de intervenção em suas respectivas regiões, identificando problemas e criando soluções tecnológicas para o desenvolvimento sustentável, com inclusão social (PACHECO, 2016).

De acordo com Pacheco (2011), nessa proposta do Governo, os Institutos Federais atuam em cursos técnicos (50% das vagas), geralmente integrados com o ensino médio, licenciaturas (20% das vagas) e graduações tecnológicas. Mas pode ainda disponibilizar especializações, mestrados profissionais e doutorados voltados principalmente para a pesquisa aplicada de inovação tecnológica.

Isso, aliado ao fato de que os Institutos Federais têm uma estrutura multicampi e clara definição do território de atuação, leva a crer na possibilidade de que o aluno que ingresse no ensino técnico na Rede Federal trilhe o caminho vertical até o fim da sua formação acadêmica. Durante esse percurso, possa então contribuir de modo efetivo para a criação de soluções voltadas para a comunidade em que está inserido ajudando a desenvolver a região.

A verticalização extrapola a simples oferta simultânea de cursos em diferentes níveis sem a preocupação de organizar os conteúdos curriculares de forma a permitir um diálogo rico e diverso entre as formações. Implica ainda, no reconhecimento de fluxos que permitam a construção de itinerários de formação entre os diferentes cursos da educação profissional e tecnológica: qualificação profissional, técnica, graduação e pós-graduação tecnológica (PACHECO, 2011).

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Esse trabalho caracteriza-se como uma pesquisa descritiva, que para Andrade (2010, p. 112) é aquela em que “os fatos são observados, registrados, analisados,

classificados e interpretados sem que o pesquisador interfira neles”. Os fenômenos são estudados, porém não são manipulados pelo pesquisador.

O universo pesquisado é composto pelos alunos do Curso Técnico em Agropecuária do IFRO – Campus Ariquemes. A amostra foi composta pelos alunos do primeiro ano (início em 2016), que entregaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE assinado pelos pais ou responsáveis por se tratar de alunos menores de idade.

O TALE foi entregue aos alunos na data de 23 de fevereiro de 2016 e teve como prazo final para o recolhimento 18 março de 2016, totalizando 56 dias de prazo para os alunos devolverem o TALE assinado para os pesquisadores. De posse dos TALEs assinados, a pesquisa foi realizada com 40 dos 98 alunos constantes na lista de frequência disponibilizada pela Coordenação de Registros Acadêmicos do Campus na data inicial.

A coleta de dados se deu através de questionário que é um conjunto de perguntas que o informante responde, sem necessitar da presença do pesquisador; nele as perguntas podem ser fechadas ou abertas, sendo as abertas àquelas que dão mais liberdade de resposta, mas dificultam muito a apuração dos resultados (ANDRADE, 2010). No questionário utilizado, as perguntas foram prioritariamente fechadas, utilizando-se de questões abertas apenas para identificar a cidade de origem e o curso superior pretendido pelo aluno depois de formado.

Os dados foram coletados no dia 19 de março de 2016 e de posse dos mesmos, foi realizada a análise por meio de planilhas para extração dos dados.

3 | RESULTADOS

Em relação ao perfil do aluno, os dados coletados apontam que 40% dos alunos são do sexo masculino e 60% do sexo feminino (Figura 1 e 2, respectivamente). Em relação aos respondentes, eles têm idade entre 14 e 17 anos, sendo que a maioria deles, ou seja, 72% têm 15 anos. No que diz respeito ao município de origem, 21 alunos responderam que são do município de Ariquemes, o que totaliza 52% dos alunos. Outros municípios do Vale do Jamari representam 33% da procedência dos alunos, sendo que Alto Paraíso tem 4 alunos, Cacaulândia, Cujubim e Buritis com 2 alunos cada um. Os 15% restantes se dividem entre outros municípios do estado de Rondônia.

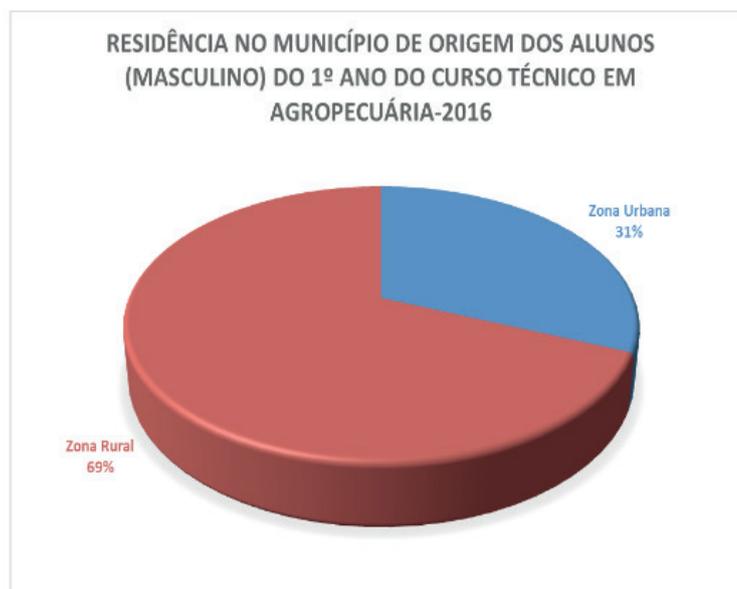


Figura 1. Residência dos alunos do sexo masculino. Fonte: Dados da Pesquisa, 2016.



Figura 1. Residência dos alunos do sexo feminino. Fonte: Dados da Pesquisa, 2016.

Quando se avalia a procedência dos alunos, tem-se que 58% dos alunos vieram da zona urbana e 42% da zona rural. Mas um dado chama a atenção nesse quesito, quando se estratifica esses números tomando por base o gênero dos alunos, percebemos que a maioria dos meninos, representada por 11 alunos contra 5, veio da zona rural; enquanto as meninas, a maioria é advinda da zona urbana num quantitativo de 18 alunas, contra 6 que vieram da zona urbana (Figura 1 e 2). Em suma, oriundos do campo, temos 69% de alunos e 25% de alunas.

Quanto a essa situação, convém analisar a Política de Assistência Estudantil-PAE do IFRO, que tem, entre outros, o objetivo de ampliar as condições de permanência e êxito no processo educativo. Os campi agrícolas do IFRO têm residência estudantil, mas no caso específico de Ariquemes, a residência é apenas masculina, não atendendo

o público feminino. Neste caso, os Programas de Auxílio à Moradia Estudantil-PROMORE ou ainda ao Programa de Auxílio Complementar – PROAC (IFRO, 2011), ambos podem ser alternativas para que as alunas oriundas da zona rural possam ingressar e permanecer no ensino técnico.

Questionados se a família possuía propriedade rural, 58% dos alunos responderam que sim. A maioria dos alunos deriva da zona urbana e ainda assim, grande parcela dos alunos pesquisados afirma ter propriedade rural em sua família.

Em relação ao que pretende após a formação no curso técnico, os alunos tinham quatro possibilidades de resposta que poderiam ser combinadas entre si (Figura 3).

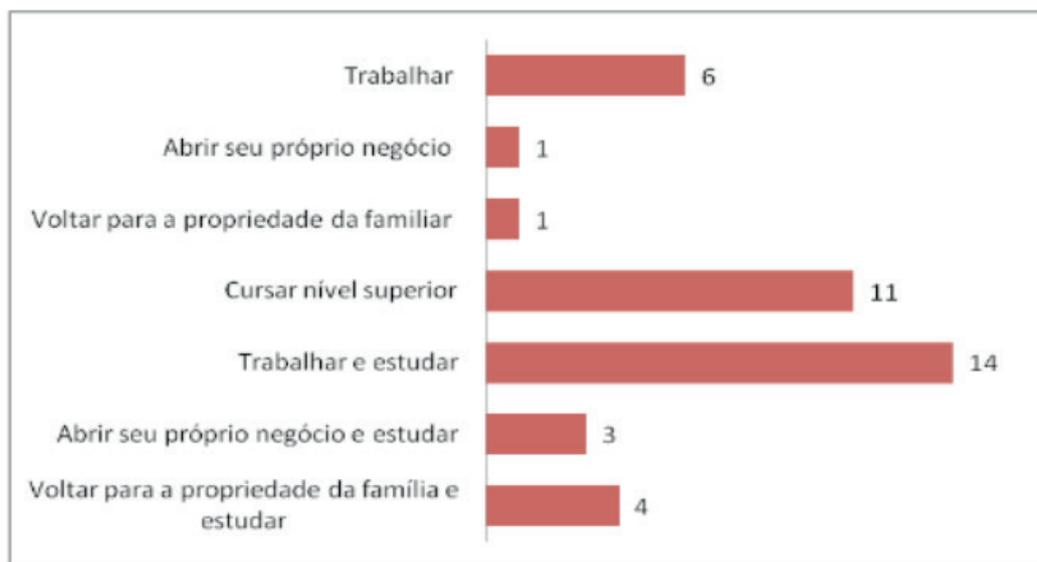


Figura 3. Perspectiva do aluno ao término do curso. Fonte: Dados da Pesquisa, 2016.

A maioria dos alunos pretende trabalhar e estudar, totalizando 35% dos alunos, em seguida vem os alunos que pretendem apenas estudar, representando 28%. A seguir, vem aqueles alunos que pretendem apenas trabalhar, esses são um total de 15%. Os alunos que pretendem estudar e voltar para a propriedade rural para auxiliar no seu desenvolvimento, representam 10% do total. Ainda houve alunos que tencionam abrir o seu próprio negócio no ramo agropecuário e estudar, esses correspondem a 8%.

Observa-se que estudar, quer exclusivamente ou em concomitância com outras atividades, está presente em 80% das respostas. O aluno do ensino técnico integrado se iguala ao aluno do ensino médio no que tange à importância dada ao ingresso no nível superior. Em estudo conduzido por Sparta e Gomes (2005), foi constatado que o ingresso na educação superior é a principal alternativa de escolha para o jovem que termina o ensino médio. No ensino médio a escolha é natural, no entanto, convém analisar com mais cuidado essa questão, uma vez que o ensino técnico se propõe primordialmente a capacitar o aluno a exercer uma atividade profissional após o encerramento do curso.

Ao se analisar os 32 alunos (80%) que pretendem continuar estudando, desenvolvendo ou não uma atividade em paralelo, tem-se que 25 deles, pretendem

continuar os estudos em áreas correlatas, como Agronomia (14 alunos), Veterinária (9 alunos) e Zootecnia (2 alunos). Os demais optaram por cursos como Direito, Contabilidade, Fisioterapia. Observa-se que 66% dos alunos tem interesse em estudar áreas diretamente ligadas ao Curso Técnico em Agropecuária ao qual pertencem.

Sobre o curso pretendido pelos alunos para a continuidade dos estudos, convém levar em consideração o exposto pela Lei N° 11.892/2008, em seu artigo 6º, que apresenta como característica e finalidade dos Institutos Federais a promoção da integração e da verticalização da educação básica à educação profissional e superior, com o objetivo de otimizar a estrutura física, as pessoas e os recursos de gestão (BRASIL, 2008).

Se a lei prevê que haja integração e harmonia entre os cursos da educação profissional e de educação superior, a fim de otimizar recursos, então, seria natural que a lógica acompanhasse a opção de cursos pretendidos pelos alunos, que poderiam aproveitar os conhecimentos desenvolvidos ao longo do curso técnico e dar continuidade nos cursos de graduação. Quanto mais alunos optarem por cursos de áreas correlatas, mais fará sentido a opção pelo curso técnico integrado. Apesar disso, existe também a possibilidade de uma interdisciplinaridade entre o curso técnico e o futuro curso do ensino superior do aluno (uma vez que seja ou não um curso que tenha relação direta). Essa ligação interdisciplinar é também muito importante, ao passo que permite ao aluno um olhar mais diverso em seus estudos e para o mercado de trabalho.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do estudo, pode-se concluir que os alunos do curso Técnico em Agropecuária do 1º ano do IFRO - Campus Ariquemes, são homens em sua maioria, embora as mulheres apresentem um nível maior de compromisso em relação à pesquisa realizada. Esses dados extrapolam os dados obtidos junto à Coordenação de Registros Acadêmicos do Campus que aponta que 48% dos alunos são do sexo masculino e 52% do sexo feminino.

Esses dados poderiam ser explicados face a já debatida maturidade apresentada pelas mulheres em detrimento da apresentada pelos homens desta faixa etária. Sobre isso, convém apresentar a pesquisa realizada por Lim et al. (2015) que investigou o amadurecimento do cérebro masculino e feminino. Os investigadores concluíram que em mulheres, o processo de amadurecimento do cérebro começa a partir dos 10 e 12 anos de idade enquanto nos homens isso acontece a partir dos 15 e 20 anos. Como poderiam participar da pesquisa apenas os alunos que apresentassem o TALE assinado pelos responsáveis, pode-se lançar mão desta teoria para explicar o fato de meninas terem apresentado mais TALEs do que meninos, uma vez que mais maduras, levaram com mais seriedade a participação na pesquisa.

A idade de entrada no curso mais frequente é 15 anos. Os ingressantes são da

Região do Vale do Jamari sendo os homens em sua maioria, oriundos da zona rural, as alunas, em sua maioria, são oriundas da zona urbana. Independentemente de onde reside, a maioria possui propriedade rural na família.

As perspectivas dos alunos passam necessariamente pela continuidade dos estudos, pois quer seja apenas estudando, trabalhando ou desenvolvendo a propriedade da família, pretendem ingressar no nível superior seja em cursos correlatos ou em outras áreas.

Em relação à verticalização do ensino, tem-se que muitos alunos, mais de 30%, não optaram por continuar os estudos em áreas correlatas ao curso que ingressaram. Neste caso convém maior divulgação dos cursos e das habilitações que este obterá ao finalizar o curso, assim, o aluno ao ingressante saberá exatamente o que o espera. Poderá também assim, ser mais engajado no curso produzindo resultados que sejam importantes para o desenvolvimento de sua região. Com isso, os esforços envidados e os recursos públicos disponíveis poderão ser aproveitados em sua plenitude.

REFERÊNCIAS

ALVES, L. A. M. **Ensino técnico: uma necessidade ou uma falácia? Notas para a compreensão da filosofia do ensino técnico em Portugal e no Brasil.** Hist. Educ., Santa Maria, v. 17, n. 41, p. 103-122, Dec. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2236-34592013000300007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 16 mai. 2016.

ANDRADE, M. M. **Introdução à Metodologia do Trabalho Científico:** elaboração de trabalhos na graduação. 10. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

BRASIL. **Lei 11.892 de 29 de Dezembro de 2008.** Diário Oficial da União - Seção 1 - 30/12/2008, Página 1.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades – 2014.** Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&c_odmun=110025> Acesso em 08 mai. de 2016.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia. **Política de Assistência Estudantil–PAE.** Porto Velho: IFRO, 2011.

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia. **Plano Estratégico de permanência e êxito dos estudantes do IF Rondônia.** Porto Velho: IFRO, 2016.

LIM, S. et al. **Preferential detachment during human brain development: age-and sex-specific structural connectivity in diffusion tensor imaging (DTI) data.** Cerebral Cortex, v. 25, n. 6, p. 1477-1489, 2015.

MEC. Ministério da Educação. **Instituições da Rede Federal.** Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/rede-federal-inicial/instituicoes>> Acesso em: 26 de set. 2019.

NEVES, E. O. **Educação Profissional e Empreendedorismo:** Relatório de Pesquisa sobre a formação empreendedora no curso técnico em agropecuária o IFNMG – Campus Januária. Disponível em: <<http://200.131.5.230/semad/wp-content/uploads/2014/09/EPE.pdf>>. Acesso em 17 ago. 2015.

PACHECO, E. (Org.). **Institutos Federais: uma revolução na educação profissional e tecnológica.** São Paulo: Editora Moderna, 2011.

PACHECO, E. **O novo momento da educação profissional brasileira**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/educapro_080909.pdf> Acesso em: 14 de jun. 2016.

PEIXEBR - Associação Brasileira da Piscicultura. **Anuário PeixeBR da piscicultura brasileira 2019**. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/Anuario2019/AnuarioPeixeBR2019>> Acesso em: 05 de Out 2019.

SPARTA, M; GOMES, W. B. **Importância atribuída ao ingresso na educação superior por alunos do ensino médio**. Revista Brasileira de Orientação Profissional, v. 6, n. 2, p. 45-53, 2005.

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

Data de Aceite: 03/01/2020

Jessyca Vechiato Galassi

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
(UNIOESTE)
Marechal Cândido Rondon - PR.

Nardel Luiz Soares da Silva

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
(UNIOESTE)
Marechal Cândido Rondon - PR.

Natália Cardoso dos Santos

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
(UNIOESTE)
Marechal Cândido Rondon - PR.

Daliana Hisako Uemura Lima

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
(UNIOESTE)
Marechal Cândido Rondon - PR.

Camila da Cunha Unfried

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
(UNIOESTE)
Marechal Cândido Rondon - PR.

Jaqueline Vanelli

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
(UNIOESTE)
Marechal Cândido Rondon - PR.

Aline Rafaela Hasper

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
(UNIOESTE)
Marechal Cândido Rondon - PR.

Lucas Casarotto

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
(UNIOESTE)

Marechal Cândido Rondon - PR.

Leonardo Mosconi

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
(UNIOESTE)

Marechal Cândido Rondon - PR.

Arthur Kinkas

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
(UNIOESTE)

Marechal Cândido Rondon - PR.

Paula Caroline Bejola

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
(UNIOESTE)

Marechal Cândido Rondon - PR.

Nathália Cotorelli

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
(UNIOESTE)

Marechal Cândido Rondon - PR.

RESUMO: O grupo PET Agronomia, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus Marechal Cândido Rondon, utiliza o sistema de gerenciamento de eventos (SGEV) para organizar e divulgar suas atividades. O SGEV é um software online desenvolvido pela Unioeste, que permite fazer a gerencia dos eventos acadêmicos de forma online, ágil e eficiente. Com ele é possível realizar inscrição,

coordenação, parte financeira, certificação e entrega de certificados de forma online. O sistema de gerenciamento pode ser utilizado por qualquer cidadão que realize a sua inscrição no SGEV, ou seja, o sistema permite que a comunidade em geral, independentemente de ser ou não da área universitária, utilize o mesmo e realize as atividades ofertadas pelo grupo PET Agronomia, estas que em sua maioria, são totalmente gratuitas. Somando as atividades cadastradas dos anos de 2017 e 2018, resulta em 43, totalizando 11.723 certificados emitidos aos participantes, monitores e oradores das atividades.

PALAVRAS-CHAVE: Capacitação, interdisciplinaridade, informática.

USE OF SGEV (EVENT MANAGEMENT SYSTEM) FOR PET – AGRONOMY ACTIVITIES – UNIOESTE

ABSTRACT: The PET Agronomia group, from the Western Paraná State University, Marechal Cândido Rondon campus, uses the event management system (SGEV) to organize and publicize its activities. SGEV is an online software developed by Unioeste, which allows the management of academic events in an online, agile and efficient way. With it you can perform registration, coordination, finance, certification and delivery of certificates online. The management system can be used by any citizen who enrolls in the SGEV, ie the system allows the community in general, regardless of being from the university area, to use it and to perform the activities offered by the PET group. Agronomy, most of which are completely free. Adding the registered activities of 2017 and 2018, it results in 43, totaling 11,723 certificates issued to participants, monitors and speakers of the activities.

KEYWORDS: Empowerment, interdisciplinarity, computing.

1 | INTRODUÇÃO AO GRUPO PET - AGRONOMIA

O Grupo PET-Agronomia, CCA/Unioeste, tem como objetivo central, a criação de um ambiente de construção de conhecimentos, que potencialize e fortaleça a formação e aperfeiçoamento de recursos humanos, envolvendo diretamente acadêmicos e professores do Curso de Agronomia, em ações de caráter interdisciplinar, relacionadas ao desenvolvimento rural sustentável.

Metodologicamente são adotados um conjunto de procedimentos, tendo por princípios: Extensão Rural Agroecológica, Pedagogia da Problematização, Metodologias Participativas, Pesquisação e Andragogia. A indissociabilidade do ensino, pesquisa e extensão, é buscada na forma de condução e mediação das ações teóricas e práticas, em grupos ou individualizadas, em ambientes fechado ou a campo, que fazem parte do programa, tais como: pesquisas e diagnósticos, cursos, palestras, oficinas, dia de campo e visitas técnicas.

Neste contexto, as ações propostas, buscam contribuir com uma formação mais sólida e comprometida dos futuros profissionais, e, que possibilitem a sociedade acesso

a serviços profissionais qualificados para o desenvolvimento de uma agricultura mais correta, com garantias de retorno econômico e qualidade de vida, com preservação ambiental e conseqüentemente, um desenvolvimento rural mais justo e mais sustentável.

2 | SGEV - SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE EVENTOS

O Programa de Educação Tutorial (PET) - Agronomia, campus Marechal Cândido Rondon, utiliza o sistema de gerenciamento de eventos (SGEV) desde o início do ano de 2017 para organizar, divulgar e ofertar as suas atividades. O uso do mesmo foi recomendado pelo coordenador do PET, o qual juntamente com o auxílio de seu grupo e do PROEX, pôde tornar isso realidade.

O SGEV é um software online desenvolvido pela própria UNIOESTE, que permite fazer a gerência dos eventos acadêmicos de forma online, com agilidade e eficiência (UNIOESTE | PROEX | SGEV 2018). Com o uso desse modelo de gerenciamento, economiza-se tempo, pois é possível realizar inscrição, coordenação, parte financeira, certificação e entrega do certificado de forma online. Sejam eventos de pequeno, médio ou grande porte, desde palestras, minicurso, oficinas, e até seminários, encontros e congressos, com expositores, oradores, apresentadores, ouvintes e palestrantes. O sistema de gerenciamento pode ser utilizado por qualquer cidadão, realizando sua inscrição no SGEV e participando dos eventos e atividades das quais tiver interesse. Além de abranger toda a comunidade acadêmica da UNIOESTE, também contempla a comunidade em geral, independentemente de ser da área universitária ou não, como acontece em nossa área, da Agronomia, que permite a participação de agricultores e profissionais do ramo.

A divulgação das atividades realizadas pelo grupo ocorre pelo site do programa através do sistema (<https://midas.UNIOESTE.br/sgev/ eventos/petagonomia>) e também por meio das redes sociais, as quais vêm demonstrando grande potencial em atingir o público alvo: acadêmicos, que acompanham todas as atividades planejadas e executadas. Sendo que as principais redes sociais são o Facebook (<https://www.facebook.com/petagonomiaunioeste>) e o Instagram (@petagonomiaunioeste).

3 | A UTILIZAÇÃO DO SISTEMA SGEV

Para iniciar o uso do sistema gerenciador de eventos (SGEV), é necessário realizar a solicitação de acesso ao sistema, que serve para verificar a autenticidade dos usuários e informações cadastradas. Os usuários vinculados a UNIOESTE recebem acesso imediato ao mesmo, já os usuários externos recebem acesso após 24 horas, devido a necessidade do registro de informações no servidor, que acontece sempre.

Na página do participante pode ser realizado o preenchimento dos dados pessoais e as inscrições nas atividades e eventos de interesse do usuário, com condições de controlar e manipular sua participação dentro das normas (SOLICITAÇÃO DE ACESSO

AO SGEV, 2018), como, por exemplo, enviar e corrigir trabalhos, baixar certificados e emitir boletos. Utilizando dessa ferramenta, o grupo PET – Agronomia possui site, no qual contempla sua apresentação, programação, comissão, link para as inscrições, contato e informações (PET - AGRONOMIA, 2018). É possível tirar dúvidas e entender melhor sobre este sistema com as vídeo-aulas que são oferecidas pela universidade, através do PROEX.

4 | RELEVÂNCIA DAS ATIVIDADES OFERTADAS ATRAVÉS DE NÚMEROS

O PET realizou, em 2017, 14 atividades cadastradas pelo sistema SGEV, que incluíam feiras, oficinas, cursos, palestras, encontros e seminários. Foram emitidos 6.478 certificados de participação e organização, além dos oradores e monitores.

Enquanto que em 2018, este número aumentou para 29 atividades cadastradas, sendo alguma delas: Fiscalização do Uso do Solo e Defesa Agropecuária no Estado do Paraná; Agrotóxicos: Consequências do Uso Abusivo; Pré-trote da Bondade – AgroZoo 2018; Apresentação do curso de Agronomia na Feira Agropecuária EXPORONDON 2018; Aproveitamento Energético do Biogás produzido a partir de dejetos da suinocultura no município de Entre Rios do Oeste; Curso de Excel Avançado; Curso de Oratória; Curso de QUANTUM GIS; Curso de utilização do programa estatístico SISVAR; Curso sobre normas da ABNT; Dia de Campo de Frutíferas; Elaboração de base bibliográfica com o software Mendeley; Curso de Excel Básico; Curso de Excel Intermediário; Implantação de Barreira Vegetal; Internacionalização para a Agronomia; Interpretação de Análises de Solos; Minicurso Currículo Lattes; Organização Dia de Campo de Frutíferas; Palestra: Manejo e Fertilidade do solo; Processamento de dados Estatísticos com o uso de Software GENES, Treinamento pra Utilização do SGEV entre outras. Ao total, foram 5.245 certificados emitidos.

Todas estas atividades foram ofertadas sem custo para os participantes, uma vez que um dos principais objetivos do grupo é oferecer conhecimento, integração e atividades diversificadas dentro do princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, de forma gratuita e acessível à todos, promovendo assim o desenvolvimento de atividades extracurriculares que somem a vida profissional de cada acadêmico.

Nas Figuras 1, 2 e 3 estão registrados dos eventos descritos anteriormente, realizados pelo grupo PET Agronomia, utilizando o SGEV, no ano de 2018.



Figura 1. Turma do Curso de Oratória.



Figura 2. Turma do Curso de Manejo e Fertilidade do Solo.



Figura 3. Palestra de Internacionalização para Agronomia.

REFERÊNCIAS

PET AGRONOMIA 2018. Disponível em: <<https://midas.unioeste.br/sgev/eventos/petagronomia>>. Acesso em: 30 set. 2019.

SOLICITAÇÃO DE ACESSO AO SGEV 2018. Disponível em: <http://cac-php.unioeste.br/eventos/expedicaogeografica2015/doc/Acesso_ao_sistema_final_reduzido.pdf>. Acesso em: 30 set. 2019.

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

Data de Aceite: 03/01/2020

Juce Hermes Soares Lima

Graduando em Agroecologia, IFRN – Campus Ipanguaçu- RN, juce.hermes@outlook.com,

Maria do Carmo Ferreira Barbosa

Graduanda em Agroecologia, IFRN – Campus Ipanguaçu- RN, carmenn.barboza@hotmail,

Davi Moura Xavier

Graduando em Agroecologia, IFRN – Campus Ipanguaçu- RN, davimouraxavier@gmail.com,

Robson Campanerut da Silva

Me. Antropologia, UFF-RJ, professor do IFCE-Campus Tabuleiro do Norte, robson.campanerut@ifce.edu.br.

RESUMO: Diante dos problemas encontrados com a falta de água em São Rafael-RN, este estudo tem como objetivo observar as alternativas de renda utilizadas pelos pescadores, caso não consigam se sustentar apenas com a pesca. Que programas o governo oferece para estes. Assim, um mapeamento foi realizado, na velha São Rafael, para que pudéssemos entender como era aquela cidade, onde ficavam as ruas; entender o que as pessoas sentiam; tentar reconstruir como eram no passado; e ver como estão agora que as águas a desnudou. Com o uso de uma entrevista semiaberta, procurou-se examinar os meios que os pescadores

Competência Técnica e Responsabilidade Social e Ambiental nas Ciências Agrárias 3

utilizavam para sobreviver, já que a barragem não dava mais peixe. Como resultado, eles disseram que faziam “bicos”, trabalharam em empresas, pedreiros, o que fosse possível para ajudar com a renda, já que a pesca não era mais suficiente. É comum quando os maridos saiam para trabalhar fora, as mulheres além de cuidar da casa, também pescam para conseguir um extra. Conclui-se que a falta de governo no dia-a-dia dessas famílias, deixa-as muito limitadas e insatisfeitas em relação ao apoio das políticas públicas. Tendo que deixar suas vidas de pescadores, e entrarem em outro ramo.

PALAVRAS-CHAVE: Pesca artesanal, Políticas públicas, Fonte de renda.

ABSTRACT: In view of the problems found with the lack of water in São Rafael-RN, this study aims to observe the income alternatives used by fishermen, if they can not sustain only with fishing. What programs does the government offer for these. Thus, a mapping was carried out, in old São Rafael, so that we could understand what that city was like, where the streets were; understand what people felt; try to rebuild as they were in the past; and see how they are now that the waters have stripped her. With the use of a semi-open interview, it was sought to examine the means that the fishermen used to survive, since the dam did not give more fish. As a result, they said they did “spouts”, worked in

companies, bricklayers, whatever was possible to help with income, since fishing was no longer enough. It is common for husbands to go out to work, women in addition to housekeeping, also fish, to get an extra. It is concluded that the lack of government in the day-to-day of these families, leaves them very limited and dissatisfied with the support in public policies. Having to leave their lives as fishermen, and go into another branch

KEYWORDS: Artisanal fisheries, Public policies, Source of income.

1 | INTRODUÇÃO

Durante a década de 70, o Governo Federal resolveu executar o projeto da Barragem Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves (EARG), com capacidade para 2,4 milhões de metros cúbicos de água. Isso era necessário para a população conviver melhor com o semiárido (SOUZA, Francisco das Chagas Silva, 2011).

A barragem que em seu projeto tinha como objetivo fundamental beneficiar a população na convivência com a seca, que se intensifica nos períodos de estiagem, também possuía o sacrifício de um município, São Rafael, no interior do Estado do Rio Grande Norte, que devido a isso teria a localização da cidade mudada, pois as águas da barragem inundariam a cidade. Sua população teria casa garantida na “nova São Rafael”, no entanto não puderam escolher entre permanecer na “velha” cidade ou não, foram obrigados a deixá-la.

A antiga São Rafael ficava a margem do rio piranhas Açú, permitindo o cultivo de inúmeras culturas, pois, o seu solo era infinitamente fértil (várzea), garantindo assim a produção de alimento durante o ano inteiro. A pesca tinha como única finalidade, garantir a subsistência alimentar das famílias.

Toda a população foi realocada, deixando na cidade, velhas histórias e levando com si saudades e esperança. Dentre a população, os pescadores foram privilegiados com a promessa de um lugar para pescar o ano inteiro e peixes maiores, porém isso não foi concretizado, pois devido às secas constantes na década de 80. Atualmente, a EARG está quase no seu volume morto, sem peixe, e sem água. Com base nisso, queremos identificar os efeitos no modo de vida dos pescadores locais e suas alternativas produtivas causados pela escassez de água na Barragem Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves, no município de São Rafael/RN. E se não conseguem se sustentar apenas com a pesca, quais são os programas ou políticas públicas que o governo oferece para esses trabalhadores.

Devido a esses e outros questionamentos, indagou-se se a barragem foi realmente um bom investimento no ponto de vista dos moradores.

2 | METODOLOGIA

Usamos a metodologia da arqueologia urbana, método da geografia fantástica,

desenvolvida por Marco Antonio da Silva Mello e Arno Vogel.

Segundo Mello e Vogel (1984), o desenvolvimento das cidades e as transformações que provoca nos sistemas construídos, ao longo de diferentes períodos históricos, abre perspectivas para que se proceda a uma leitura arqueológica dos espaços urbanos. Esta pretende não só registrar a sucessão de padrões urbanísticos, mas estabelecer uma correlação entre as diferentes formas urbanas das quais foram preservados testemunhas e os modos de vida-as práticas quotidianas - que caracterizam esses ambientes.

Foi realizada uma descrição, um mapeamento, da antiga São Rafael, para que pudesse entender como era aquela cidade, onde eram as ruas, mercado público, prefeitura, linha férrea, cemitério, igreja matriz, e suas residências. Entender o que as pessoas sentiram; tentar reconstruir as memórias de como ela era no passado; e ver como estão no momento presente, onde as águas a desnudou, pela primeira vez por inteira em mais de trinta anos que esteve submersa.

Os pescadores da antiga cidade, que residem na nova S. Rafael, e pescam na barragem, foram atores do trabalho que foi desenvolvido, pois são testemunhas vivas do desrespeito do Estado para com aquela cidade.

Segundo Flick (2009), apud OLIVEIRA. V. et al. (2012), o aumento no interesse pelo uso da entrevista aberta, na pesquisa qualitativa está associado ao fato de que é mais provável que o entrevistado dê mais conformações do que em uma entrevista padrão ou em um questionário.

2.1 Mapeamento da antiga São Rafael

Caminhando em uma estrada de chão batido e com o céu azul limpo sobre nossas cabeças, é possível avistar por entre a caatinga seca, cheia de juremas e algarobas, as ruínas da antiga São Rafael, que em 1983, foi submergida pelas águas da Barragem Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves. O que para muitos era algo de visão futurista, de desenvolvimento e convivência com a seca, com a chegada das águas, para outros era como se suas próprias vidas estivessem submergidas em meio à água da barragem, ou até mesmo tendo que ser reescrita em outra cidade de mesmo nome, mas com realidade totalmente diferente, e até mesmo vizinhos distintos, sendo deslocados de parentes e amigos, tendo suas casas e terras da velha cidade trocadas por apenas uma casa na recém-nascida São Rafael.

Ouvindo o canto de pardais que mais parece uma sinfonia da natureza, um cenário sem cor, castigado onde antes havia risadas, conversas, fofocas entre outras formas de convívio em sociedade, hoje há apenas sons de chocalhos, cavalos que procuram subsistir em meio às rochas e cascalhos que se multiplicam em meio ao chão. A cada passo uma nova percepção e imagens que gritam suas histórias perdidas. Vergalhões retorcidos, tijolos quebrados e cobertos de lodo seco. Alicerces ainda inteiros -de vidas deixadas pela metade, antigos tanques utilizados para armazenar água, vasos sanitários rústicos, feitos de cimento, telhas grandes e pesadas que hoje cobrem o

solo e o chão cor avermelhada, que se sobressai e dá tom a paisagem.

Ao se deslocar um pouco mais, os pés tocam o piso da antiga quadra esportiva, onde aconteciam vários jogos, que eram famosos em toda a região, e essa era uma das formas de confraternização e mobilização mais comum entre os habitantes. Ainda hoje, depois de mais de 30 anos embaixo d'água, é possível ver os traços, formas e linhas que desenhavam a quadra.

Olhando em direção ao norte é possível enxergar uma grande estrutura retangular, com uma rampa de acesso, que os ex-moradores afirmam ser do prefeito da época Daniel Januário de Farias, ainda em vida.

De pé em frente à antiga quadra, observa-se os desenhos, o mapeamento das ruas que as ruínas das casas fazem na cidade, é possível saber onde eram as moradias e as ruas, onde havia o tráfego de animais, pessoas e transportes, tudo isso expressava o dinamismo da cidade.

Próximo a ela havia uma praça onde as pessoas se juntavam para conversar, namorar, rir...

Já observando ao sul, em um local de declive do terreno, um pouco mais afastado das ruínas da cidade, é possível identificar o cemitério da Antiga São Rafael, onde só restam pouquíssimos jazigos, pois os corpos que haviam neles foram realocados em novos túmulos na cidade nova.

Ao leste Por traz da quadra um altar que era possivelmente para a padroeira da cidade, Nossa Senhora da Conceição, ao oeste da quadra uma imagem que muitos já viram ou pelo menos já ouviram falar, a antiga igreja de São Rafael, a qual por várias vezes após a seca da barragem emergia sua “torre” parcialmente, causando assim um misto de emoções em quem acompanhou a sua total submersão, imagem essa que se tornou ponto turístico, assim como toda a cidade submersa, e conseqüentemente símbolo da nova São Rafael, até a sua queda em dezembro de 2010, só voltando a ser vista de novo por completa desde sua torre até o seu piso em 2016. Após quase seis anos de seca eminente, quase toda a antiga São Rafael já pode ser vista devido à pouca capacidade pluviométrica da barragem EARG, que jamais em toda sua história atingiu um nível tão baixo, estando operando quase em seu volume morto-atualmente há um projeto da prefeitura municipal de São Rafael que está sendo executado para reerguer a torre da antiga igreja católica, sem data prevista para sua conclusão-. Uma réplica da antiga igreja matriz foi erguida na nova São Rafael, ela é perfeitamente fiel em sua imagem, das escadas até sua torre, e rica em detalhes.

Sentado agora nas escadas de acesso da igreja é possível ver as águas da barragem (EARG), ao mesmo tempo em que sinto a brisa em meu rosto e os raios do sol em meus pés, é impressionante a paisagem contemplada, a quantidade de serras, montes e rochas gigantes que rodeiam a cidade, a vegetação tenra e seca que cobre os montes, as águas antes tão vastas, que chegavam a invadir até o quintal das casas da nova São Rafael, hoje está quase regressando ao rio piranhas, onde antes a população plantava, banhava-se, lavavam suas roupas entre outras atividades

como a pesca, que é “carro-chefe” nas águas da barragem, gerando fonte de renda a maioria da população; contemplando as águas é nítida a quantidade de carnaúbas que mesmo depois de tantas décadas submersas continuam de maneira intactas, sendo utilizadas como materiais de construção para casas e engenharia de cercas, bancos entre outros; por detrás do carnaubal e assolando toda a cidade existem elevações de terra que possivelmente são de fácil percepção, por onde antigamente passava a linha férrea, que era percorrida por vagões do trem que circulava em dias específicos “cortando” a antiga cidade.



FIGURA 1. RUINAS DA IGREJA DA ANTIGA S. RAFAEL.

Fonte: Acervo próprio.



FIGURA 2. IGREJA DA NOVA CIDADE.

Fonte: Acervo próprio.

Há relatos de antigos moradores que mesmo depois que a barragem começou a engolir a cidade com as águas permaneceram dentro da igreja, se despedindo, misturando a água salgada que descia de seus rostos com a que adentrava a Igreja, imaginando o que seria o futuro depois dali, e se puseram lá até que as águas chegassem aos seus joelhos. Os fazendo partir, deixando não somente suas casas, mas suas vidas, histórias.

É com pesar que observamos a cidade antiga, pois ao lembrarmos das famílias que largaram tudo o que tinha- casa, animais, terrenos-, o que era concreto e palpável, por um tiro no escuro que prometia ser ainda melhor que o seu velho lugar, mas assim como todo nordestino a esperança enche o peito quando é visto uma promessa melhora, era assim com a ida dos nordestinos para o sudeste, foi assim com os moradores da antiga São Rafael.

É de edificação imensurável, poder caminhar, ver e sentir todas essas imagens de um cenário hoje em ruínas, mais que cada tijolo, telha, pedaço de concreto representa a história de alguém que aqui viveu e de certa forma aqui também “morreu”, memórias de uma pequena cidadezinha do interior do Rio Grande do Norte, mas que por sua imersão ficou conhecida como “Atlântida do Sertão”.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas duas entrevistas com pescadores que pescaram na cidade antiga e também na barragem. Foram eles:

Manoel Domingos Messias, filho de José Domingos Messias e dona Maria André da Silva, neto de Paulo André Domingos Messias. Casou com dona Marineide Celestina dos Santos Messias, pai de Maria da Conceição Messias e avó de João Batista Messias. E Eronildes Mineiro de Araújo Filho de Manuel Cosme de Araújo e Francisca Pinheiro da Silva, casado com Luzinete Gonzaga de Araújo, pai de Elaine Gonzaga de Araújo, avó de Joalisson Gonzaga Souza.

Manoel Domingos Messias, hoje com 55 anos, deixou a cidade com 20, e Eronildes mineiro de Araújo, que tem 63 anos atualmente, tinha 35 quando deixou a cidade,

Eles que pescam desde muito jovens até hoje em dia. Ambos pescaram no rio, antes da barragem e, quando perguntados sobre como era à pesca, responderam que era com a tarrafa, os peixes eram pequenos e com tamanhos variados.

Quando questionados sobre o que mudou, em relação à cidade velha para a nova, a reclamação foi à mesma entre ele, quando ser mudaram, perderam não só a cidade, mas também as terras que os ajudava a sobreviver quando não tinha peixe, plantavam no inverno e pescavam na seca. Ao irem para a nova S. Rafael, eles possuíam apenas a casa e a barragem para pescar, as terras ficaram embaixo d'água assim como a cidade.

Com o andar da conversa perguntamos se eles conseguiam manter a família apenas com a pesca, e os dois afirmaram que para se sustentar eles faziam “bicos”, trabalhavam em firmas, pedreiro, enfim, o que fosse possível para ajudar na renda, já que os peixes não estavam dando conta. Por vezes quando os maridos saiam para trabalhar fora, eram as mulheres quem além de cuidar dos filhos e da casa, também pescavam, a fim de conseguir uma renda extra.

Por fim, ambos reclamaram sobre a falta de peixes na barragem, eles acreditam que o governo poderia colocar peixes nas águas da EARG, para aumentar a população dos peixes e fortalecer a pesca novamente. O que já foi feito antes, na época da criação da barragem, que esse era um dos seus pontos fortes, mais peixes e de tamanho maior.

4 | CONCLUSÕES

Com a queda do nível da água da barragem Eng.º Armando Ribeiro Gonçalves, está ficando cada vez mais difícil manter a pesca, e com isso as pessoas terão que buscar outro meio de sustento. O governo, seja ele municipal ou estadual, não vem dando o suporte necessário para manter essa atividade evoluída, sendo que isso faz parte da cultura do povo daquela cidade.

É de suma importância que a identidade do povo de São Rafael seja redescoberta, para que seus moradores saibam dizer o que é ser Rafaelesse, mostrem ao mundo o que é ser a Atlântida do Sertão, se reinventar, como já fizeram antes.

5 | AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, aos pescadores que se disponibilizaram a nos receber em suas casas e nos responderam sobre cicatrizes do passado, e ao nosso orientador que nos proporcionou essa experiência de grande importância para nossas vidas, tanto acadêmicas quanto para crescimento pessoal.

REFERÊNCIAS

MELLO, Marco Antonio da Silva; VOGEL, Arno. SISTEMAS CONSTRUÍDOS E MEMÓRIA SOCIAL. **Revista de Arqueologia**, Belém, v. 2, n. 2, p.46-50, dez. 1984.

OLIVEIRA, V., MARTINS, M., e VASCONCELOS, A. **Entrevistas “em profundidade” na pesquisa qualitativa em administração: pistas teóricas e metodológicas**. In: Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais [en línea] 2012, vol 15, p. 1-12. São Paulo, Brasil. FGV; EAESP. 2012. [Disponível em]: http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2012/artigos/E2012_T00259_PCN02976.pdf

SOUZA, Francisco das Chagas Silva. **Escafandristas do Tempo: Narrativas de vida e regeneração da memória em São Rafael-RN**. Natal: Universidade Federal do Rio grande do Norte, 2011. 237p.

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

Data de Aceite: 03/01/2020

Lidiane Kraemer Uhry

Geógrafa pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) -campus de Marechal Cândido Rondon. Especialista em Educação Especial pela Faculdade São Braz. E-mail: .lidiane_uhry@hotmail.com

Oscar Vicente Quinonez Fernandez

Professor da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), Centro Ciências Humanas, Educação e Letras (CCHEL), campus de Marechal Cândido Rondon, curso de Geografia. E-mail: oscar.fernandez@unioeste.br

RESUMO: O trabalho apresenta planos de recuperação ambiental para a pedreira Drisner Ltda., localizada no município de Maripá, Oeste do estado do Paraná. A pedreira localiza-se próximo à sede urbana de município, à beira da PR 182 e produz brita e cascalho de basalto desde janeiro de 2013. A extração está sendo realizada em duas cavas, uma para cada tipo de produto. A evolução da frente de extração foi acompanhada por meio de imagens do Google Earth e as medições da área e perímetro das cavas foram realizadas com receptores GPS. Levando em conta o limite da propriedade, a cava destinada a extração de rocha alcançaria no futuro 3,5 ha e a cava de extração de

cascalho 0,39 ha. São apresentadas e discutidas propostas de recuperação para ambas as cavas, envolvendo projetos de revegetação, turismo e piscicultura. As propostas poderão ser úteis aos administradores da pedreira para planejar a recuperação da área após o fim da lavra.

PALAVRAS-CHAVE: Mineração; Impactos ambientais; Áreas degradadas.

ENVIRONMENTAL RECOVERY OF QUARRY DRISNER, MARIPÁ, PARANA STATE, BRAZIL

ABSTRACT: The work presents environmental recovery plans for the quarry Drisner Ltda., located in the municipality of Maripá, western Paraná state, Brazil. The quarry produces gravel and basalt gravel since January 2013. The extraction is being carried out in two open pits, one for each type of product. The evolution of the front extraction was monitored by means of Google Earth images and measurements of area and perimeter of the quarry pits were made with GPS receivers. Taking into account the boundary of the property, the pits basalt rock extraction reach in the future 3.5 ha and gravel extraction pit 0.39 ha. Recovery proposals are presented and discussed for both pits involving revegetation projects, tourism and fish farming. Proposals may be useful to the quarry managers to plan the recovery of the area after the end of mining.

KEYWORDS: Mining; Environmental impacts; Degraded areas.

1 | INTRODUÇÃO

A agricultura e a mineração se destacam como os setores primários da economia, ambos fornecem toda a matéria prima que a sociedade necessita. No entanto, quando praticados incorretamente os mesmos causam significativos impactos ao meio ambiente.

Por meio da mineração são extraídos da natureza os minerais não metálicos, destinados principalmente para a construção civil; os metálicos, empregados na siderurgia e metalurgia para a produção do ferro, aço, laminados, etc. e, os minerais energéticos que são utilizados para a produção dos combustíveis, fertilizantes e diversos produtos químicos. Os minerais não metálicos, também chamados de agregados (argila, areia e brita) são produzidos em grande escala, pois são recursos encontrados em abundância na natureza e, conseqüentemente, são caracterizados pelo baixo custo, representando um dos itens de menor valor para a construção civil (MINEROPAR, 2005). Os agregados são extraídos em pedreiras que constituem minas a céu aberto.

Nas áreas mineradas o comprometimento ambiental mais visível ocorre nas lavras a céu aberto, onde se tem um maior aproveitamento do mineral. Os impactos estão associados às diversas fases de exploração mineral como a abertura da cava (retirada da vegetação, movimentação de terra, alteração da paisagem), uso de explosivos para o desmonte das rochas (sobrepessão atmosférica, vibrações, lançamento de fragmentos, gases, poeiras, ruídos), transporte e beneficiamento do minério (geração de gases e poeira). Tais efeitos afetam meios como a água, o solo, o ar e a população das áreas circunvizinhas (BACCI et al., 2005; NAIME e GARCIA, 2005).

Nos dias atuais, para a instalação de qualquer empreendimento mineiro, é necessário que haja a preocupação com a preservação do meio ambiente. Quanto à recuperação das áreas degradadas, o ideal é recompor a área impactada pela mineração de acordo com as características originais para manter o ecossistema o mais inabalado possível (MINEROPAR, 1991).

Diante disso, o presente trabalho apresenta diversas propostas de recuperação ambiental para a pedreira Drisner, localizada no município de Maripá, Oeste do Paraná.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Delimitação e caracterização da área de estudo

O município de Maripá está situado na mesorregião geográfica Oeste do estado do Paraná. Segundo Ipardes (2019) a população é de 5.603 habitantes e a área territorial do município é de 287 km². As principais vias de acesso ao município são as

estradas estaduais PR 182 e 491 (Figura 1).



Figura 1: Localização do município de Maripá, região Oeste do Paraná.

A região Oeste do Paraná está inserida no terceiro planalto paranaense, onde aflora rochas basálticas da Formação Serra Geral que constitui uma província magmática que recobre 12x10⁵ km² da bacia sedimentar do Paraná e cobre porções da região centro-sul do Brasil e parte dos territórios do Paraguai, Uruguai e Argentina (NARDY et al. 2002). O terceiro planalto paranaense é dividido em sub-unidades morfoesculturais definidas por planaltos, cujo relevo regional é caracterizado por um grau de dissecação média e alta, topos alongados com cristas e, vertentes convexas e retilíneas (SANTOS et al., 2006; BADE, 2014). Quanto aos solos, predominam os Latossolos Vermelhos nos setores de alta vertente e as classes Nitossolos Vermelhos, Cambissolos e Neossolos na baixa vertente e fundo de vale (ROCHA et al., 2012; MAGALHÃES et al., 2014).

O clima no município é subtropical úmido mesotérmico (tipo Cfa, de acordo com a classificação de Köppen) com altas taxas de precipitação nos meses de verão e geadas nos meses de inverno. A média das temperaturas nos meses mais quentes é superior a 22° C, e nos meses frios é inferior a 18°C (IAPAR, 2018).

As principais atividades econômicas do município de Maripá estão voltadas para a agricultura, piscicultura e para o cultivo de orquídeas. A produção de grãos (soja, milho e trigo) constitui a principal atividade econômica do município desde a década de 1970. A pecuária encontra-se presente nas pequenas propriedades rurais e as principais atividades são: criação de bovinos para leite e corte e criação de peixes e aves.

A pedreira Drisner localiza-se na zona rural do município de Maripá, às margens da PR 182 (Figura 4). A área concedida para a atividade de mineração é de 5,36 hectares, porém atualmente a exploração é realizada numa área de 4,84 hectares. As atividades

foram iniciadas em 19 de janeiro de 2013. A pedra possui como atividade principal a extração de cascalho de basalto e a produção de brita de basalto com diferentes especificações técnicas. Os cascalhos de basalto são fragmentos arredondados de rocha, produzido pelo intemperismo químico diferencial num processo denominado de alteração esferoidal e é empregado principalmente na manutenção de estradas rurais. A rocha para produção de brita é retirada da cava 1 e o cascalho de basalto é retirado da cava 2 (Figura 2).

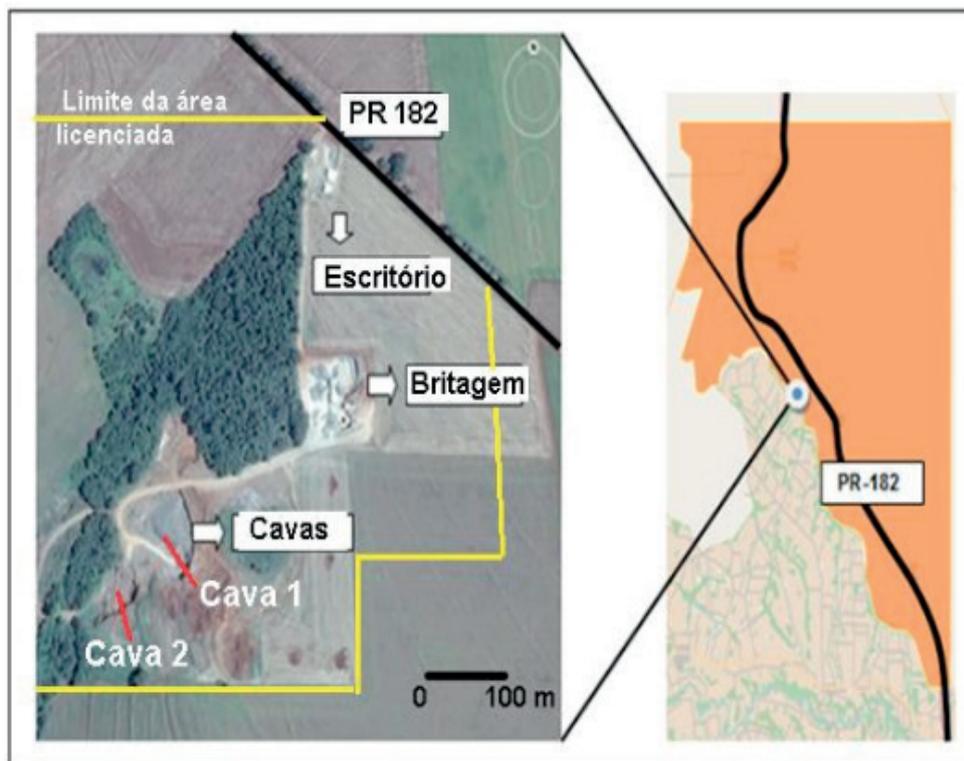


Figura 2: Localização da pedra Drisner no município de Maripá, Oeste do Paraná.

Fonte: Google Earth (2014) organizado pelos autores.

2.2 Procedimentos metodológicos

O trabalho realizado foi realizado nas seguintes etapas:

A) Levantamentos bibliográficos sobre projetos de recuperação de pedreiras e coleta de dados da pedra Drisner com o auxílio dos proprietários e funcionários responsáveis;

B) Reconhecimento em campo do processo produtivo e acompanhamento da expansão da frente de lavra por meio das imagens Google Earth;

C) Delimitação dos limites das cavas em dezembro de 2015, com auxílio de receptores GPS e medição de altura dos taludes em ambas as cavas, utilizando fita métrica;

D) Proposição de projetos de recuperação ambiental tendo como referência as dimensões futuras das cavas de extração. As propostas foram desenvolvidas com base nas opções de recuperação citadas por Griffith (1980), assim como também, foram escolhidas as formas de recuperação que se apresentam mais compatíveis com

a economia e o turismo desenvolvido no município de Maripá.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o término da extração do basalto e do cascalho nas cavas 1 e 2 respectivamente, será necessário implementar projetos de recuperação das mesmas. Para subsidiar esta etapa, são apresentadas a seguir propostas de recuperação para as futuras cavas.

3.1 Plano de Recuperação por Meio da Revegetação

A primeira proposta apresentada para recuperação da pedreira Drisner consiste na reabilitação da área a partir de revegetação. Esta propõe o plantio de espécies gramíneas, leguminosas e arbóreas nativas nas cavas resultantes da extração mineral e áreas adjacentes.

A extração de basalto e cascalho na pedreira Drisner é realizada em duas cavas conforme é mostrado na Figura 4. Na figura 5 é ilustrada a expansão dos limites das cavas desde o início da extração em 2013 até a expansão máxima que pode se estender até o limite da propriedade. No ritmo atual da extração, é possível supor que o limite máximo da cava seja alcançado até 2022.

Foram delimitadas as áreas das futuras cavas, objetivando estimar o volume de solo necessário para o preenchimento mínimo das cavas, assim como a quantidade de mudas requeridas para um projeto de revegetação.

Cava 1 (extração de basalto)

Conforme levantamento em campo, realizado em dezembro de 2015 com receptores GPS, a área final da cava 1, definido até o limite da propriedade (Figura 3) alcançaria 35.030 m² (3,503 ha) e 792 m de perímetro. O volume de solo ou rejeito estéril necessário para preencher a cava 1 com uma cobertura de 0,30 m de espessura é calculado a seguir:

$$\text{Volume de solo: } 35.030 \text{ m}^2 \times 0,30 \text{ m} = 10.509 \text{ m}^3$$



Figura 3 - Limite das cavas em janeiro/2014 (linha vermelha), dezembro/2015 (linha verde) e a máxima expansão possível até o limite da propriedade (linha amarela).

Fonte: Google Earth (2014), organizada pelos autores.

Cava 2 (extração de cascalho)

Por sua vez, a área final da cava 2 (Figura 3) alcançaria 3.897 m² (0,3897 ha) e 235 m de perímetro. O volume de solo necessário para preencher a cava 2 com uma cobertura de 0,30 m de espessura é calculado a seguir:

Volume de solo: 3.897 m² x 0,30 m = 1.169 m³

A tabela 1 apresenta os dados básicos da proposta de revegetação para as cavas.

DADOS BÁSICOS	CAVA 1	CAVA 2
Área final das cavas (até o limite da propriedade)	35.030 m ²	3.897 m ²
Volume de solo necessário para preenchimento parcial da cava com 0,30 m de espessura	10.509 m ³	1.169 m ³
Quantidade de caminhão-truck com carga de solo de 12 m ³ necessária para preenchimento mínimo da cava com 0,30 m de solo	875	97
Quantidade de mudas de espécies arbóreas nativas (densidade de 1 muda para cada 9 m ²)	3.892	433

Tabela 1: Dados básicos para implementação de um projeto de revegetação nas cavas da pedreira.

Fonte: os autores

Para desenvolver este plano de recuperação, a empresa necessitará de uma grande quantidade de solo. Para diminuir as despesas com a compra e transporte de solos, é imprescindível que a Empresa armazene o solo e rejeito que atualmente está sendo retirado das cavas em expansão.

Para implementar o projeto de revegetação, o substrato rochoso das cavas

deve ser coberto com uma espessura de solo, distribuído em profundidade uniforme (TYSON, 1979). Griffith (1980) recomenda para cultivar gramíneas, que esses solos sejam espalhados numa espessura mínima de 5 a 8 cm. Para o plantio de árvores ou arbustos, a profundidade deve ser superior a 30 cm. Por essa razão, neste trabalho foi adotada a espessura de 30 cm no projeto de revegetação. Em outras latitudes, a espessura mínima de solo, recomendada devido às exigências das espécies arbóreas locais é de 60 a 75 cm (CANADA, 1975 apud GRIFFITH, 1980).

Primeiramente, recomenda-se que seja realizada a revegetação com a sementeira de espécies herbáceas (gramíneas e leguminosas) que são espécies de fácil adaptação e baixa exigência nutricional (AMARAL et al., 2012). As espécies arbustivas serão introduzidas somente quando a cobertura vegetal formada por espécies herbáceas já estiver bem estabelecida.

Segundo Pereira (2005), várias espécies vegetais podem ser utilizadas para estabilizar os taludes, revegetação de áreas impactadas e controle de erosão. As leguminosas são plantas que apresentam raízes com arquitetura e profundidade que permitem estabilizar solos. As leguminosas têm um papel importante na revegetação de áreas degradadas, principalmente com consorciação com gramíneas, favorecendo o desenvolvimento da vegetação pela incorporação de nitrogênio.

As gramíneas são plantas pioneiras e fundamentais do ponto de vista ecológico, ajudando na recuperação, proteção e revitalização do solo, elas apresentam características que as destacam como um grupo evoluído e diversificado de plantas. Dessa forma, são essenciais para recomposição de áreas degradadas, atuando como pioneiras na sucessão ecológica (PEREIRA, 2005).

Com as espécies herbáceas já bem desenvolvidas, poderá ser realizado o plantio das espécies arbóreas nativas recomendadas para a região, que podem ser solicitadas à Prefeitura Municipal de Maripá. O plantio deve ser realizado conforme as recomendações para reflorestamento. A densidade de mudas indicada é de no mínimo 1 espécie a cada 6 metros quadrados (MÜLLER, 2011).

Pereira (2005) destaca os principais efeitos positivos das plantas:

A) Reduzem o transporte de sedimentos: as raízes agregam partículas e aumentam a resistência do solo. Os caules das plantas aumentam a rugosidade, reduzindo a energia potencial da água; B) Reduzem o escoamento superficial: as raízes aumentam a taxa de infiltração da água no solo, a porosidade do solo e canais de sucção, bem como no tempo de infiltração; C) Reduzem a erosão pelo efeito splash: as plantas interceptam a chuva, reduzindo a erosão linear, evitando a erosão pelo efeito das gotas de chuva, que não atingem diretamente o solo; D) No controle de erosão, as plantas mais eficientes são as de folhas curtas e espessas, de raízes profundas, que apresentam grandes níveis de tolerância, e aumentam os efeitos de atirantamento do solo; E) Plantas rasteiras apresentam cobertura do solo mais eficiente, por estarem em contato direto com o solo; F) Quando usamos plantas de compatibilidade ecológica, ou seja, plantas geneticamente diversificadas, com várias espécies, há uma maior capacidade de resistência a mudanças do meio ambiente do que em uma monocultura.

Pereira (2005) afirma que para recuperar uma área através da revegetação é necessário utilizar um grande número de espécies, pois isto contribui para aumentar a biodiversidade atraindo pássaros e animais silvestres; é fundamental a sucessão de espécies assim como também escolher plantas de diferentes portes; e a utilização de gramíneas e leguminosas para manter a biodiversidade e a sustentabilidade da vegetação.

3.2. Plano de Recuperação da Pedreira Drisner por Meio do Turismo

A segunda proposta de recuperação para a pedreira Drisner é a atividade turística. O município de Maripá se destaca na região devido os atrativos turísticos voltados ao rural e ao cultivo de orquídeas.

A presente proposta consiste na utilização das cavas para a formação de lagos e, nas proximidades, poderia ser construído um orquidário abrigando diversas espécies de orquídeas da região. Essa proposta visa fornecer à população um espaço de recreio e lazer.

A área poderia contar com quiosques e bancos para descanso e pista de caminhada ao entorno dos lagos. A pedreira Drisner dista 6 km da sede urbana de Maripá, o que facilita o acesso. A pedreira situa-se num fundo de vale, próxima a um rio intermitente. Nas cavas aflora o lençol freático, o que é propício para o desenvolvimento de lagos. Como atrativos, os lagos poderiam apresentar atividades como canoagem ou passeios com embarcações recreativas (pedalinhos).

O orquidário poderia dispor de espécies para exposição assim como também cultivar as próprias mudas para serem comercializadas no local. Dessa forma, a recuperação da área seria associada a uma nova fonte de renda para os proprietários da pedreira.

Segundo Soares e Silva (2009), o desenvolvimento do turismo em áreas pós-mineradas pode estimular a economia de uma região e incentivar o uso e a reutilização de áreas naturais que foram prejudicadas por atividades antrópicas. A partir disso é possível agregar valor econômico, social e cultural nos locais, melhorando a qualidade de vida da comunidade, do entorno e da sociedade em geral, sem deixar de usufruir da mineração, já que esta atividade é de fundamental importância para o desenvolvimento da sociedade.

Dessa maneira, conforme apontam Soares e Silva (2009), deve-se utilizar dessa prática sustentável que é a atividade turística e aproveitá-la para transformar áreas danificadas pela extração mineral em verdadeiros centros turísticos e culturais e, ao mesmo tempo, também incentivar as práticas sustentáveis de aproveitamento e reutilização do solo.

3.3. Plano de Recuperação da Pedreira Drisner por Meio da Piscicultura

Um projeto de piscicultura na pedreira Drisner poderá se somar ao atual crescimento desta atividade no município de Maripá, trazendo dessa forma, benefícios à comunidade local, e uma nova fonte de renda para os proprietários da pedreira.

Segundo Albuquerque (2008) a escolha da aquicultura para reabilitação de áreas degradadas é justificada pela crescente importância da produção de proteínas de origem animal. Dessa forma, o aproveitamento das áreas pós-mineradas pode contribuir muito para a produção de alimentos.

Segundo Moraes (1995) as normas para construção de viveiros para a criação de tilápias, são recomendados tanques de 1000 m² (20 m x 50 m). Estas dimensões facilitam o manejo e a despesca. A profundidade da parte mais rasa é de 1,60 metros e a profundidade da área mais profunda de 2,00 m (tanque de terra escavada). A profundidade recomendada é de 1 m na parte mais rasa e 1,5 m na parte mais profunda. A figura 4 apresenta as dimensões recomendadas de viveiros.

As dimensões das cavas 1 e 2 da pedreira Drisner, caso estas possam ser transformadas em açudes, são muito superiores as recomendadas na Figura 4. A cava 1 é assimétrica e apresentava em 2015, 3 m de profundidade no setor inferior da vertente e 16 m de talude no setor superior da vertente (Figura 5). De acordo com os administradores da pedreira, até o final da lavra, está prevista a escavação do leito até alcançar 12 m de profundidade; dessa forma a altura final do talude alcançaria 25 m. A cava 2 também é assimétrica e apresenta atualmente 3 m de profundidade na parte rasa e 10 m de talude na parte mais profunda.

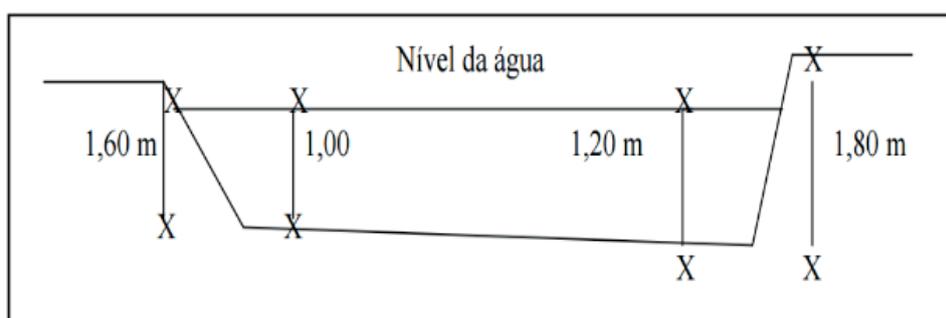


Figura 4 - Dimensões ideais recomendadas para construção de viveiros para tilápias.

Fonte: Moraes (1995).

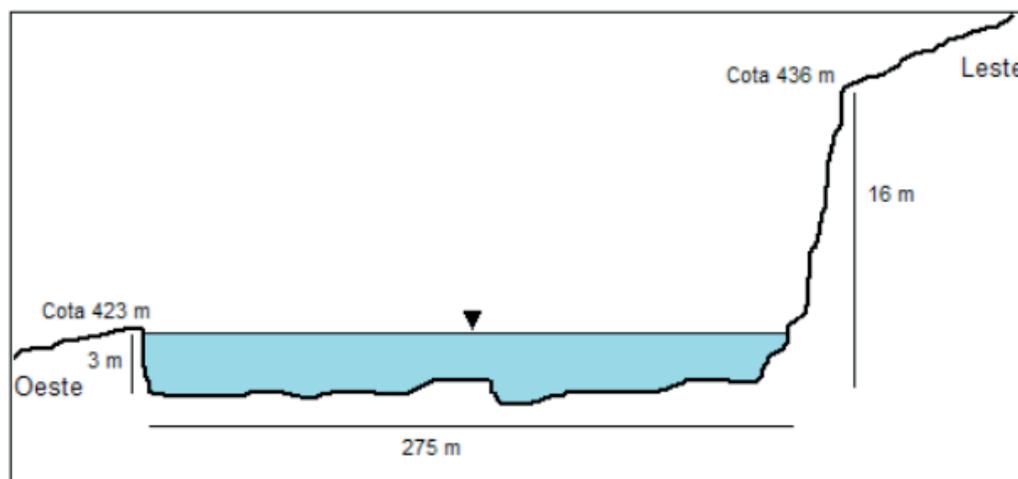


Figura 5 - Esboço de perfil topográfico da cava 1 em 2015 e a formação de um açude. Desenho sem escala.

Fonte: os autores

Se forem transformadas em açudes as cavas 1 e 2, a profundidade dos corpos d'água inviabilizaria a produção de peixes de acordo com a técnica descrita por Moraes (1995). Nesta situação, pode ser adotada a técnica de tanques-rede, seguindo os critérios adotados em reservatórios. A piscicultura em tanques-redes é uma técnica relativamente barata e simples, se comparada à piscicultura tradicional em viveiros de terra (EMBRAPA, 2003).

Tanque-rede é um conjunto flutuante, que permite confinar os peixes, na quantidade adequada, e onde serão alimentados até atingirem o peso ideal para a comercialização. Esta é uma estrutura flutuante, onde são fixadas as gaiolas, construídas em telas de polietileno e tubos de PVC, que lhe dão a forma e tamanhos desejados. A fixação deste conjunto é feita por meio de poitas de concreto ou ferro, presas ao tanque por cordas de nylon ou cabos de aço (EMATER, 2018).

As vantagens da utilização desta técnica, segundo Emater (2018), são: A) Maior padronização de tamanho e peso dos peixes na fase final, pois a classificação dos mesmos é facilitada; B) Controle total da alimentação; C) Evita o gosto de barro característico de peixes cultivados soltos em açudes; D) Possibilita a utilização de águas ociosas para o cultivo, por exemplo, águas de represas de hidrelétricas; E) Protege os peixes de ataques de predadores; F) A despesa é muito mais simples; G) Produção maior em menos espaço; H) Envolve menos mão de obra e, J) Obtenção de um alimento de qualidade.

4 | CONCLUSÃO

A extração mineral se apresenta como uma atividade fundamental para a sociedade, visto que a mesma possibilita o crescimento urbano e o desenvolvimento econômico de um país. Porém deve ser praticada seguindo leis e regras rígidas para controlar os impactos ambientais e se tornar, dessa forma, uma atividade econômica

sustentável.

Todas as atividades de mineração que causam impactos ambientais devem apresentar diversos documentos com propostas de controle e recuperação ambiental antes mesmo de iniciar a exploração mineral. Durante a lavra deve ocorrer à recuperação parcial das áreas degradadas e, ao término da exploração deve-se recuperar toda a área envolvida.

Nem sempre é possível recuperar uma área degradada devolvendo às exatas condições anteriores a exploração, porém com projetos específicos de reconversão e reabilitação, pode-se ter uma nova utilização para a mesma, sendo possível uma nova fonte de renda para o proprietário, neste caso, da pedra Drisner.

O presente estudo procurou fornecer subsídios aos administradores da pedra Drisner para planejar a recuperação das cavas a serem formadas até o término das atividades de extração. Para tanto, foram comentados três planos de recuperação (revegetação, turismo e piscicultura) que são compatíveis com as dimensões das cavas e a sua posição geográfica. A proposta de revegetação foi a mais desenvolvida, tendo em vista que esta é a prática mais utilizada para a recuperação de pedreiras, conforme a literatura.

5 | AGRADEIMENTOS

Os autores agradecem aos proprietários e funcionários da Mineração Drisner pelo apoio e auxílio durante o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, P.T.F. **A aquicultura como alternativa de reabilitação ambiental de áreas mineradas na Região Metropolitana de Recife-RMR e Goiana, PE**. 2008. 125f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral). Universidade Federal de Pernambuco.

AMARAL, C.S.; SILVA, E.B.; AMARAL, W.G.; NARDIS, B.O. Crescimento de brachiariabrizantha pela adubação mineral e orgânica em rejeito estéril da mineração de quartzito. **Biosci. Journal**, Uberlândia, 28 (1): 130-141, 2012.

BACCI, D.C.; LANDIM, P.M.B.; ESTON, S.M. Aspectos e impactos ambientais de pedra em área urbana. **Revista Escola de Minas**. Ouro Preto. 2005, 1 (59): 47-57.

BADE, M.R. **Definição e Caracterização das Unidades de Paisagem das Bacias Hidrográficas do Paraná III (Brasil/Paraguai)**. 2014. 114f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus de Marechal C. Rondon.

EMATER. Piscicultura em tanques-rede. Disponível em: <http://www.emater.mg.gov.br/doc%5Csite%5Cserveicoseprodutos%5Clivraria%5CPsicultura%5CCria%C3%A7%C3%A3o%20de%20peixes.pdf>. Acesso em março de 2018.

EMBRAPA. **Boas práticas de manejo (BPMs) para a produção de peixes em tanques-rede**. Documento 47. Corumbá (MS), 27 p., 2003.

GRIFFITH, J.J. Recuperação conservacionista de superfícies mineradas: uma revisão de literatura.

Boletim Técnico, Viçosa. Minas Gerais. Universidade Federal de Viçosa. n. 2, 51 p., 1980.

IAPAR (Instituto Agrônomo do Paraná.) Site oficial. Disponível em: <http://www.iapar.br/>. Acesso em junho de 2018.

IPARDES (Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social) Site oficial. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/>. Acesso em outubro de 2019.

MAGALHÃES, V.L.; CUNHA, J.E.; NÓBREGA, M.T. Indicadores de vulnerabilidade ambiental. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 7 (6): 1133-1144, 2014.

MINEROPAR (Minerais do Paraná S.A.) **A indústria mineral paranaense e sua participação no número de estabelecimentos, de empregos e no valor adicionado fiscal da indústria do estado e de suas regiões - 1999 e 2003**. Curitiba, 2005. Disponível em: http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/publicacoes/industria_mineral.PDF. Acesso em junho de 2018.

MINEROPAR (Minerais do Paraná S.A.) **Mineração e meio ambiente**. Curitiba, 151 p., 1991.

MORAES, J.H.C. **Curso básico para criação de tilápias em tanques de terra. E criação de carpas para consumo doméstico**. Emater – Rio de Janeiro. 1995. Disponível em: <http://www.espacodoagricultor.rj.gov.br/pdf/criacoes/TANQUESDETERRA.pdf>. Acesso em agosto de 2018.

MÜLLER, D.L. **Proposta de recuperação ambiental para uma pedreira**. 2011. 77f. Monografia (Graduação em curso de Engenharia Ambiental). Universidade de Passo Fundo.

NAIME, R.; GARCIA, A.C. Recuperação de áreas degradadas por pedreiras. **Revista UNICiências**, 9: 59-71, 2005.

NARDY, A.J.R.; OLIVEIRA, M.A.F.; BETANCOURT, R.H.S.; VERDUGO, D.R.H.; MACHADO, F.B. Geologia e estratigrafia da Formação Serra Geral. **Revista Geociências** (Unesp, São Paulo), 21: 15-32, 2002.

PEREIRA, A.R. **Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle da erosão**. Belo Horizonte: Deflor, 2005.

ROCHA, A.S.; CUNHA, J.E.; MARTINS, V.M. Relações morfopedológicas nos setores de fundos de vale da bacia hidrográfica do córrego Guavirá, Marechal Cândido Rondon-PR. **Boletim de Geografia**, Maringá, 30 (3): 99-110, 2012.

SANTOS, L.J.C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N.E.; FIORI, A.P.; SILVEIRA, C.T.; SILVA, J.M.F.; ROSS, J.L.S. Mapeamento geomorfológico do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 7 (2): 3-12, 2006.

SOARES, E.M.; SILVA, M.F.T. O turismo como alternativa para recuperação de áreas degradadas pela mineração. **Revista Turismo & Sociedade**. Curitiba, 2 (1), 90-104, 2009.

TYSON, W. The native regrowth method for steep slopes. **Landscape Architecture**, Louisville, Kentucky, 1: 57-61, 1979.

TAXA DE APORTE DE SEDIMENTOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO RIO IGUAÇU – PR

Data de Aceite: 03/01/2020

Matheus Fonseca Durães
José Alexandre Pinto Coelho Filho

RESUMO: A erosão do solo é um dos processos de degradação ambiental mais impactantes, no qual seu mapeamento e avaliação consiste em uma importante ferramenta para atividades de manejo e gestão dos recursos naturais em bacias hidrográficas, permitindo aos gestores implementar políticas de uso e ocupação do solo de forma sustentável. O presente trabalho teve por objetivo a aplicação da Equação Universal de Perda de Solo Revisada (RUSLE) em ambiente SIG, na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Iguaçu (BHARI), localizada no Estado do Paraná / Brasil, afim de avaliar a vulnerabilidade à erosão hídrica bem como a concentração dos sólidos dissolvidos em suspensão para estimar a descarga sólida e a taxa de aporte de sedimentos, permitindo identificar áreas mais suscetíveis à erosão hídrica. Os resultados mostraram que mais de 23,52% da BHARI apresentou perdas de solo abaixo de 2,5 t ha⁻¹ ano⁻¹, significando baixo potencial atual de erosão. Em relação a descarga sólida, a bacia apresentou valores variando de baixo a muito alta, levando também a elevados valores para a taxa de aporte de sedimentos. A identificação de

áreas de risco associadas à erosão acelerada, realizadas neste estudo, fornecem subsídios importantes para medidas associadas ao manejo, conservação e planejamento do uso do solo nesta bacia, a qual é altamente relevante para predição de desenvolvimento de cenários variados para o Estado do Paraná por seu potencial hidroelétrico.

PALAVRAS-CHAVE: solos, geoprocessamento, RUSLE.

SEDIMENT DELIVERY RATE IN UPPER IGUAÇU RIVER BASIN - PARANÁ

ABSTRACT: Soil erosion is one of the most striking environmental degradation processes, which its mapping and assessment is an important tool for management activities and natural resource management in river basins, allowing managers to implement policies and sustainable land use occupation. This work aimed to apply the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) in a GIS environment in the upper Iguaçu river basin, located at Paraná State, in order to assess the vulnerability to water erosion as well as the concentration of dissolved solids in suspension to estimate the solid discharge and sediment delivery rate, allowing the identification of more susceptible areas to water erosion. The results showed that over 23.52% of the upper Iguaçu river

basin presented soil losses below 2.5 t ha⁻¹ yr⁻¹, meaning current low potential for erosion. Regarding the solid discharge, the basin has values ranging from low to very high, also leading to high values for sediment delivery rate. The identification of risk areas associated with accelerated erosion, carried out in this study provide important information for measures associated with the management, conservation and planning of land use in the basin, which is highly relevant for predicting development of various scenarios for the state Paraná for its hydroelectric potential.

KEYWORDS: soils, geoprocessing, RUSLE.

1 | INTRODUÇÃO

A erosão acelerada do solo tem sido largamente reconhecida como um problema ambiental no que tange à ocupação do solo para práticas agropecuárias e florestais, afetando sua capacidade produtiva, redução da porosidade do solo bem como sua capacidade de retenção e infiltração de água, com consequente aumento do escoamento superficial, do transporte de sedimentos e assoreamento de corpos hídricos.

Considerando uma abordagem político-conservacionista, o processo erosivo acelerado provoca mudanças no escoamento superficial e, conseqüentemente, na hidrologia da bacia, com efeitos na diminuição da disponibilidade hídrica em períodos de estiagem, aumento da vazão de pico no período chuvoso com propensão à geração de enchentes, assoreamento dos cursos de água com efeitos na qualidade da água (Nunes e Roig, 2015; Botelho et al., 2018) e, por fim, aumento dos gastos públicos na tentativa de reverter ou atenuar os efeitos decorrentes desse desequilíbrio ambiental.

Dessa forma, mudanças na cobertura do solo, biomassa e do regime hidrológico em bacias hidrográficas tende a ocorrer, afetando o processo erosivo, como sugerem Lee e Lee (2010) e Mello et al. (2015), podendo provocar alterações na morfologia fluvial (Guerrero et al., 2013).

Segundo Pandey, Chowdary e Mal (2007), para um adequado manejo da bacia hidrográfica, visando à sustentabilidade dos recursos naturais, é necessário que se tenha informações espacializadas sobre o potencial erosivo dos solos e a produção e o transporte de sedimentos. Contudo, modelar o processo erosivo do solo é uma tarefa complexa em função das diversas interações dos fatores ativos e passivos que influenciam este processo.

Todavia, a avaliação quantitativa da erosão pode contribuir para a elaboração de possíveis estratégias para a gestão de bacias hidrográficas no contexto do desenvolvimento sustentável. Assim, modelos de simulação de erosão, especialmente modelos distribuídos, são úteis para avaliar diferentes estratégias de uso do solo e melhorar o seu manejo nessas bacias hidrográficas (Beskow et al., 2009).

Diante disso, diversos esforços têm sido feitos para desenvolver e aprimorar modelos para predição de perdas de solo, que variam desde equações empíricas,

como a Equação Universal de Perda de Solo (USLE) (Wischmeier; Smith, 1978) e sua versão revisada (RUSLE) (Renard et al., 1991) até os mais sofisticados, como Water Erosion Prediction Project (WEPP) (Nearing; Lane; Loope, 1994), atualmente GeoWEPP e SWAT (Arnold et al., 1998; Gassman et al., 2007) e, de acordo com Karydas, Panagos e Gitas (2014) e Hrabalíková e Janeček (2017) dentre os mais de 80 modelos atualmente existentes para estimar a erosão potencial do solo, variando em escalas temporal e espacial, os modelos da família USLE ainda são os mais utilizados.

Os modelos mais sofisticados podem ser fisicamente mais eficientes que os modelos empíricos, mas geralmente necessitam de vários dados de entrada, para os quais, na maioria das vezes, não há informações facilmente disponíveis. Além disso, são computacionalmente mais trabalhosos, particularmente no que se refere ao potencial erosivo do solo em média e em grande escala, tal como numa grande bacia hidrográfica (Wang et al., 2009).

Por outro lado, a RUSLE tem sido extensivamente utilizada em diferentes escalas, principalmente pela simplicidade de sua formulação (Hui et al., 2010; Wang et al., 2009). Sua avaliação resulta de diversos fatores que influenciam o processo erosivo, os quais são: erosividade da chuva (R); erodibilidade do solo (K); uso e manejo do solo (C); práticas conservacionistas (P) e topografia (LS), este último representado pelos efeitos do comprimento de rampa (L) e da declividade (S). Essas características, especialmente a forma de cálculo do fator LS incorporado ao modelo, permite a aplicação em grande escala da RUSLE (Durães; Mello, 2014).

Como todos os fatores da equação podem ser espacializados, tem sido comum o uso do geoprocessamento na avaliação da susceptibilidade do solo à erosão. Assim, as ferramentas associadas a um Sistema de Informações Geográficas (SIG) podem facilitar especialmente a obtenção dos fatores topográficos através da derivação de um modelo digital de elevação (MDE), como mostram Wang et al. (2009). Com o uso do SIG, pode-se compreender a complexidade de uma bacia hidrográfica pela sua discretização em unidades menores e mais homogêneas, facilitando o entendimento do processo erosivo.

A Bacia Hidrográfica do Alto Rio Iguaçu (BHARI) consiste de uma unidade de planejamento e gestão ambiental fundamental dentro do Estado do Paraná, drenando diretamente para o reservatório de Itaipu. Nesse sentido, é de grande relevância que estudos desta natureza sejam desenvolvidos com o propósito de subsidiar o manejo, a gestão e o planejamento dos recursos naturais devido à importância estratégica dessa bacia para a economia do Estado do Paraná e do Brasil dado o seu potencial hidro-energético.

Diante do exposto, os objetivos deste trabalho foram: determinar o potencial atual do solo à erosão hídrica, aplicando a Equação Universal de Perda de Solos Revisada (RUSLE); estimar a descarga sólida média anual a partir das curvas-chaves hidrossedimentológicas; e a taxa de aporte de sedimentos a partir da relação entre a erosão hídrica bruta e a descarga sólida para os pontos estudados.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área de estudo

A BHARI, com área de drenagem de 2.740 km² é afluente do Rio Iguazu, que desagua no Rio Paraná. A bacia localiza-se entre as coordenadas geográficas 25°13'48" e 25°49'48" de Latitude Sul e 48°57'36" e 49°41'24" de Longitude Oeste. A BHARI engloba 26 sub-bacias, com relevo predominantemente plano apresentando uma grande extensão de várzeas naturais em ambas as margens, configurando planícies de inundação bem definidas (Knapik et al., 2011). A classificação climática da bacia segundo o método de Köppen é do tipo clima subtropical úmido (Cfb), com verão quente e inverno fresco, sem estação seca. A BHARI tem a sua condição meteorológica e de dinâmica atmosférica influenciadas pelas massas de ar tropicais e polares, com precipitação média anual da ordem de 1.500 mm segundo Silva, Lermen e Nery (2001), e com temperatura média variando de 12,9° C no mês mais frio a 22,5° C no mês mais quente, com média anual de 16,4° C. A Figura 1 apresenta a localização da referida bacia hidrográfica no Estado do Paraná.

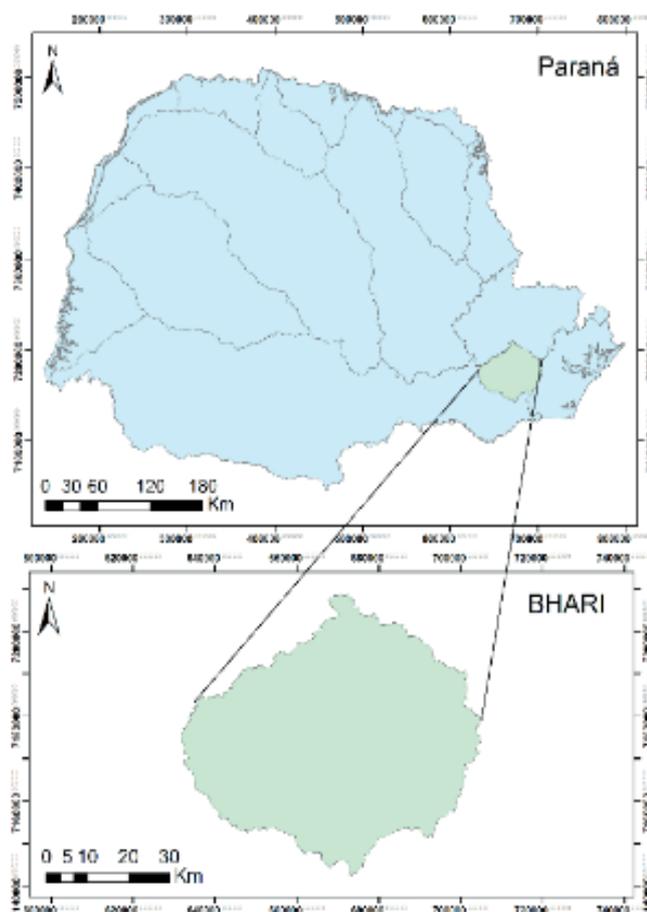


Figura 1 – Mapa de localização da BHARI, no Estado do Paraná.

De acordo com a base cartográfica extraída da SUDERHSA (2004), os solos predominantes na bacia são os Latossolos (42,76 %), Argissolos (23,47 %), Cambissolos (12,71 %), Gleissolos (11,28 %), Organossolo (7,29 %), Neossolo Litólico (2,26 %) e Neossolo (0,23 %). O percentual de distribuição de cada classe de uso do solo na BHARI, apresentados na Tabela 1, foi obtido a partir de imagem de satélite LANDSAT 8, do ano de 2012, com resolução de 30 m. Os mapas de solos e de uso e cobertura do solo encontram-se na Figura 2 (a) e (b), respectivamente.

Uso do Solo	Área Ocupada (%)	Uso do Solo	Área Ocupada (%)
Afloramento de Rochas	0,43	Florestas Plantadas	4,71
Água	17,68	Mineração	0,47
Área Alagada	1,45	Solo Exposto	1,04
Campo	22,42	Urbanização	14,24
Cultura Perenes	0,16	Cultura Anual	8,11
Floresta Nativa	19,94	Vegetação Arbustiva	9,35

Tabela 1. Distribuição percentual das classes de uso dos solos da BHARI.

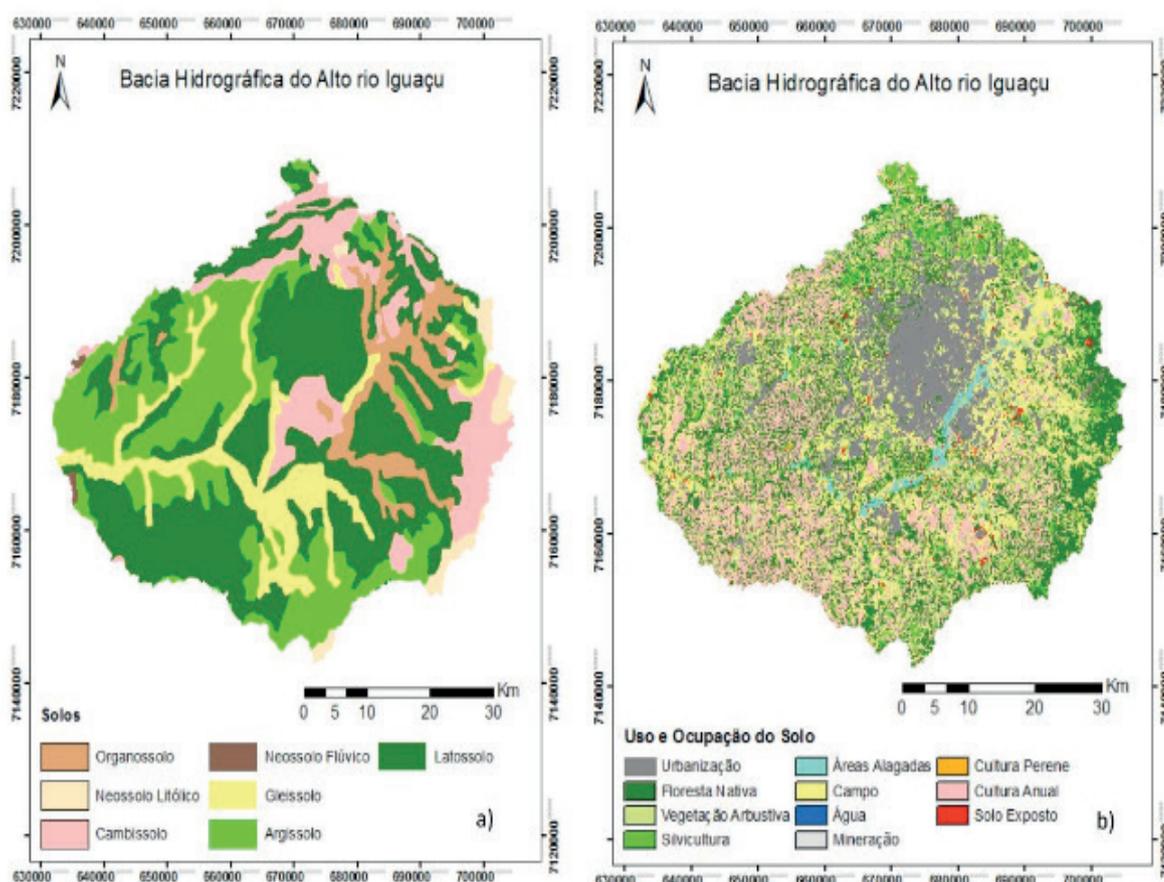


Figura 2. Mapas de solos (a) e de uso e cobertura do solo (b) da BHARI.

2.2 Produção de Sedimentos

Para descrever a produção de sedimentos na BHARI, utilizaram-se dados sedimentométricos monitorados e disponibilizados na rede hidrometeorológica da

Agência Nacional das Águas (ANA). Esses dados permitem a construção da curva-chave hidrossedimentológica pela relação entre a concentração de sólidos em suspensão e a respectiva vazão em uma dada seção fluviométrica. A carga diária de sedimentos, denominada vazão sólida (Q_{ss}) é, portanto, estimada a partir do produto da concentração média de sólidos suspensos e a vazão na seção.

Os pontos utilizados para obtenção das curvas-chave correspondem, também, às estações fluviométricas e sedimentométricas, ou seja, para cada ponto existe séries históricas de vazão e de sólidos em suspensão. Os pontos P1, P2, P3, P4, P5, P6 e P7 definem os limites das sub-bacias sub-1, sub-2, sub-3, sub-4, sub-5, sub-6 e sub-7, respectivamente. Essas informações estão apresentadas na Tabela 2 e a distribuição espacial das estações na Figura 3.

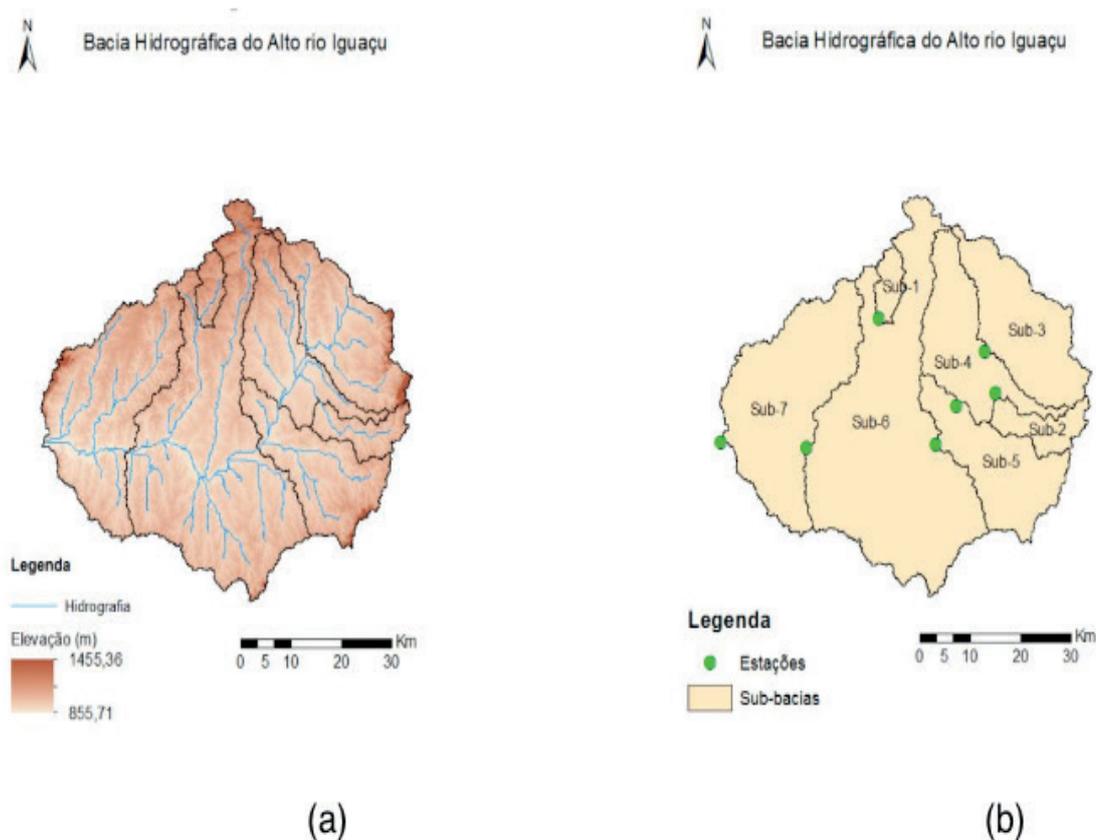


Figura 3. Mapa de elevação do terreno (a) e da localização espacial das estações fluviométricas/sedimentométricas (b)

Ponto	Sub-bacia	Código ANA	Latitude Sul	Longitude Oeste	Série
P1	Sub-1	65021000	25,3547	49,3547	2001-09
P2	Sub-2	65010000	25,5191	49,1466	2002-05
P3	Sub-3	65006075	25,4538	49,1714	2001-10
P4	Sub-4	65013005	25,5280	49,2188	1984-10
P5	Sub-5	65017006	25,5986	49,2592	1993-10
P6	Sub-6	65025000	25,6003	49,5133	1994-10
P7	Sub-7	65028000	25,5886	49,6319	2002-08

Tabela 2. Principais informações das estações utilizadas.

2.3 Aplicação da RUSLE à BHARI

Para a caracterização dos processos erosivos, é necessário analisar os elementos do meio físico que participam deste processo. Nesse sentido, é essencial, para grandes áreas, a utilização de sistemas nos quais seja possível promover uma interação espacial entre os dados, processo este conhecido como álgebra de mapas. Este estudo selecionou o modelo RUSLE aplicado com suporte do SIG ArcMap® (ESRI, 2004). Este modelo consiste de um aperfeiçoamento da USLE desenvolvido por Renard et al. (1991) visando sua aplicação em escala de bacias hidrográficas, a partir de um ajuste do fator topográfico LS, representada pela equação 1.

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad (1)$$

Em que: A é a perda de solo anual ($t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); R é o fator erosividade da chuva ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); K é o fator erodibilidade dos solos ($t \text{ h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$); L é o fator comprimento de rampa; S é o fator declividade; C é o fator de cobertura do solo e P é o fator de práticas conservacionistas.

O fator R representa o potencial natural da chuva em provocar a erosão do solo, cuja definição física consiste do produto da energia cinética da chuva pela intensidade máxima consecutiva em 30 minutos (Wischmeier; Smith, 1978). Nesse sentido, optou-se por utilizar um modelo estatístico multivariado, desenvolvido por Mello et al. (2013), no qual propõe-se estimar a erosividade média anual como função da latitude, longitude e altitude de cada uma das células da bacia hidrográfica, permitindo caracterizar de forma distribuída a erosividade da chuva. Ressalta-se que esse modelo vem sendo amplamente utilizado, conforme os trabalhos de Oliveira et al. (2014), Oliveira, Durães e Mello (2014), Durães e Mello (2016), Durães, Coelho Filho e Oliveira (2016), Durães, Mello e Beskow (2016), Rodrigues et al. (2017), Steinmetz et al. (2018), dentre outros.

O fator K representa sua susceptibilidade intrínseca à erosão, ou seja, a facilidade com que as partículas do solo são deslocadas pelo impacto direto de gotas de chuva. Os valores de K utilizados e respectivas citações estão apresentados na Tabela 3.

Classe de Solos	K (t h MJ ⁻¹ mm ⁻¹)	Fonte
Argissolo	0,033	Sá et al. (2004)
Neossolo Fluvico	0,042	Ribeiro e Alves (2008)
Cambissolo	0,0508	Araújo, Salviano e Neto (2011)
Latossolo	0,0191	Mannigel et al. (2002)
Neossolo Litólico	0,0569	Castro et al. (2011)
Organossolo	0,061	Silva e Alvares (2005)
Gleissolo	0,0362	Batalha (2006)

Tabela 3. Erodibilidade das classes de solos de ocorrência na BHARI.

Ahamed, Rao e Murthy (2000) mostraram que o efeito do comprimento do declive e seu gradiente na intensidade do processo erosivo pode ser determinado com auxílio de um SIG e em escalas de bacias hidrográficas, a partir da combinação de um modelo digital de elevação do terreno (MDE) com algoritmos de processamento para obtenção do comprimento da célula e sua declividade de forma distribuída.

No caso particular da RUSLE, o cálculo do fator LS incorpora um conceito importante associado à contribuição do escoamento superficial de montante para jusante, dando uma interpretação física mais apropriada para o processo erosivo do que aquela adotada no cálculo pela USLE.

Para extrair o valor do fator LS, foi adotado diferentes resoluções espaciais e utilizando o procedimento apresentado por Moore e Burch (1986) via SIG e equacionamento proposto por Zhang et al. (2013) e Abdo e Salloum (2017) apresentado pela equação abaixo:

$$LS = \left(\frac{FA \cdot CS}{22,13} \right)^{0,6} \cdot \left(\frac{\sin(S) \cdot 0,1745}{0,09} \right)^{0,6} \quad (2)$$

Em que: FA é o acúmulo de fluxo ou área de contribuição; CS é o tamanho da célula do MDE, correspondente a 30 m de resolução espacial da imagem de FA e S é a declividade em radianos calculada para cada pixel do MDE.

De acordo com Wischmeier e Smith (1978), o fator P representa as práticas culturais que podem contribuir no controle da erosão. Como a identificação do manejo do solo e práticas conservacionistas são difíceis de serem identificadas a partir de imagens de satélite por representarem uma pequena porção da bacia, este fator foi considerado igual a 1. Ressalta-se que essa mesma ponderação foi utilizada em diversos trabalhos, como os de Pradhan et al. (2012), Vemu e Pinnamaneni (2011), Silva, Montenegro e Santos (2012), Oliveira et al. (2014) e Durães, Mello e Beskow (2016). Os valores de C utilizados neste estudo foram obtidos da literatura e estão apresentados na Tabela 4.

Cobertura e Uso do Solo	Fator CP	Fonte
Afloramento de Rochas	0	-
Água	0	-
Área Alagada	0,01	Borges et al. (2012)
Campo	0,025	Silva (2004)
Culturas Perenes	0,25	Bertoni e Lombardi Neto (2005)
Floresta Nativa	0,00013	Martins et al. (2010)
Florestas Plantadas	0,0026	Martins et al. (2010)
Mineração	1	-
Solo Exposto	1	-
Urbanização	0	-

Cultura Anual	0,29	Ruhoff et al. (2006)
Vegetação Arbustiva	0,0015	Xavier, Silva e Silva (2013)

Tabela 4. Fator CP da RUSLE para as condições de cobertura e uso do solo.

2.4 Taxa de aporte de sedimentos (TAS)

Para determinar a TAS na BHARI, utilizou-se primeiramente o conceito apresentado por Walling (1983), o qual define a TAS como a relação entre o sedimento transportado na seção de controle da bacia (valor médio calculado a partir de uma série histórica de vazões) e a erosão potencial média considerando toda a área da bacia, configurando-se como adimensional e expressa da seguinte forma:

$$TAS = Y/A \quad (3)$$

Em que: Y representa o transporte de sedimentos, também denominada como produção média de sedimentos ($t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) determinado na seção de controle da bacia hidrográfica; e A é a média da erosão hídrica potencial da mesma ($t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$).

Para estimar a produção de sedimentos na bacia e conseqüentemente a sua taxa de aporte, é necessário primeiramente determinar a curva-chave de descarga a partir dos dados monitorados na BHARI (Tabela 2), possibilitando o cálculo do sedimento transportado através da curva-chave. As equações 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10, para os pontos P1, P2, P3, P4, P5, P6 e P7, respectivamente, possibilitam o cálculo do sedimento transportado através da curva-chave (Figura 6).

$$\hat{y} = 15,91x^{1,0792} \quad R^2 = 0,79 \quad (4)$$

$$\hat{y} = 5,0529x^{0,999} \quad R^2 = 0,81 \quad (5)$$

$$\hat{y} = 8,1869x^{0,9848} \quad R^2 = 0,77 \quad (6)$$

$$\hat{y} = 17,006x^{0,9704} \quad R^2 = 0,87 \quad (7)$$

$$\hat{y} = 18,312x^{0,8866} \quad R^2 = 0,77 \quad (8)$$

$$\hat{y} = 23,483x^{0,8014} \quad R^2 = 0,63 \quad (9)$$

$$\hat{y} = 4,0183x^{1,0841} \quad R^2 = 0,87 \quad (10)$$

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A erosividade média anual da chuva (Fator R) na BHARI variam de 5.243 a 6.735 MJ mm ha⁻¹ ano⁻¹, sendo os menores valores encontrados nas áreas de maior altitude da bacia. Esse comportamento corrobora os resultados encontrados por Mello et al. (2013), no qual a erosividade apresenta um comportamento inversamente proporcional à altitude em algumas porções da região sul do Brasil. Além disso, estudos realizados

por Hoyos, Waylen e Jaramillo (2005) na região dos Andes colombianos e Nel, Reynhardt e Summer (2010), na África do Sul, apresentaram o mesmo comportamento observado no presente estudo.

Segundo os autores supracitados, esse comportamento pode ser explicado devido à formação de chuvas de caráter convectivo, a qual promove precipitações de alta intensidade e curta duração antes que as nuvens alcancem altitudes elevadas, impedindo assim, a formação de chuvas orográficas. Entretanto, essa situação se difere daquelas encontrados por Durães e Mello (2014) e Oliveira et al. (2014) os quais aplicaram a mesma técnica para estimativa da erosividade e observaram que os maiores valores se concentravam nas áreas de cabeceira das bacias estudadas, demonstrando que o efeito orográfico é fundamental para o padrão das chuvas erosivas. Segundo os autores, tais características, podem ser atribuídas às diferentes características e fenômenos inerentes ao processo de formação de chuvas de cada região (sul e sudeste).

Em relação à erodibilidade dos solos, que é um reflexo da unidade pedológica predominante na bacia (Latosolos), com mais de 40 % de ocorrência em toda a área, apresentando os menores valores de erodibilidade, variando em alguns estudos de 0,0088 a 0,0149 MJ mm ha⁻¹ ano⁻¹, como os de Marques et al. (1997), Mannigel et al. (2002) e Silva et al. (2009). Essa variação nos resultados para erodibilidade em um mesmo tipo de solo demonstra que este fator apresenta variações significativas dentro de uma mesma classe, o que, de certa forma, inviabiliza sua obtenção por meio de amostragem de campo para áreas tão extensas como o caso da bacia analisada. Dessa forma, a adoção de valores com base na literatura, para representar a erodibilidade das classes de solo predominantes em grandes bacias, torna-se viável e aplicável.

Para o fator LS, 69,49% da bacia apresenta valores menores que 10, representando baixa vulnerabilidade associada com o efeito topográfico. Em contrapartida, 30,51% representa áreas com alto potencial a erosão, especialmente nas áreas de cabeceira, as quais, apresentam maiores declividades. Tais resultados, utilizando a metodologia proposta para cálculo do fator LS, embasada em Moore e Burch (1986) são mais significativas quando comparados a outros métodos, uma vez que permite a determinação de quebras existentes entre as unidades de relevo das bacias, fornecendo esse fator ao longo das vertentes.

Uma vez obtido esses fatores em ambiente SIG, foi obtido o mapa de erosão hídrica potencial da BHARI, apresentada aqui pela Figura 4 e, foi adaptada conforme classificação proposta por Beskow et al. (2009), também aplicado nos trabalhos de Durães e Mello (2014) e Oliveira et al. (2014). Esse tipo de classificação permite um agrupamento qualitativo da vulnerabilidade a erosão hídrica em classes que variam de Ligeira à Extremamente Alta. A Tabela 5 apresenta a distribuição das classes de erosão na BHARI de acordo com classificação proposta por Beskow et al. (2009).

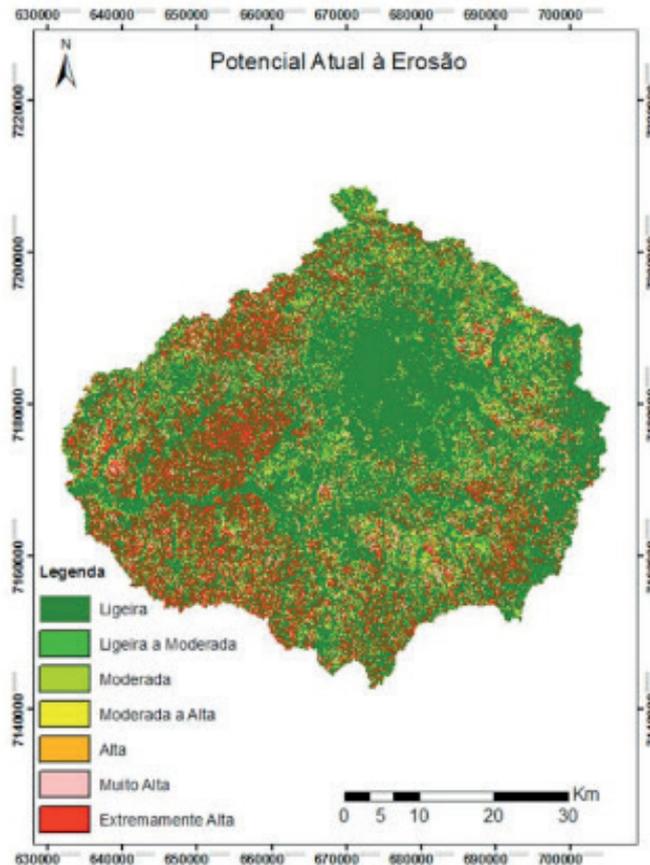


Figura 4. Mapa de erosão hídrica potencial na BHARI.

Intervalo de perda de solo ($t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$)	Classe	Área (%)
0 a 2,5	Ligeira	23,52
2,5 a 5	Ligeira a Moderada	8,19
5 a 10	Moderada	8,70
10 a 15	Moderada a Alta	5,43
15 a 25	Alta	7,55
25 a 100	Muito Alta	20,01
>100	Extremamente Alta	26,60

Tabela 5. Intervalo de perda de solo simulado para o uso do solo atual na BHARI.

Vale salientar que a interação prévia dos fatores descritos da RUSLE com o tipo de vegetação é importante, uma vez que possibilita a compreensão das áreas mais susceptíveis à erosão hídrica.

A estratificação do potencial do solo à erosão pela álgebra de mapas através de um SIG, permite analisar o impacto que uma atividade pode ter no comportamento da erosão do solo em um determinado local da bacia hidrográfica. Para áreas agrícolas, essa técnica resulta em uma aplicação mais apurada das técnicas de controle da erosão, reduzindo a pressão sobre os sistemas de manejo adotados.

Observa-se que áreas com declividade acentuada, maiores altitudes e cobertura florestal apresentaram solos com menor vulnerabilidade, demonstrando a importância da cobertura vegetal para a proteção do solo contra os efeitos dos agentes erosivos.

Nesse sentido, Avanzi et al. (2013) ao analisarem o processo de erosão hídrica em uma bacia florestada, perceberam que nas áreas destinadas ao plantio de eucalipto apresentam perdas de solo maiores que as áreas com vegetação do tipo Mata Atlântica, o que reforça o papel da cobertura nativa no aspecto de conservação do solo.

Os resultados apresentados na Tabela 6 referem-se à variação de perda de solo em cada classe de tolerância nas sub-bacias (Figura 3 e Tabela 2), bem como para respectiva unidade pedológica.

Sub-bacia	Distribuição (%) das classes de perda de solo (t ha ⁻¹ ano ⁻¹)						
	0 a 2,5	2,5 a 5	5 a 10	10 a 15	15 a 25	25 a 100	>100
sub-1	67,59	2,39	3,53	2,48	3,20	8,35	12,47
sub-2	75,82	2,47	2,49	1,53	2,43	8,23	7,03
sub-3	20,40	12,35	12,26	7,19	9,75	22,89	15,16
sub-4	26,71	11,57	11,49	6,59	8,74	20,79	14,11
sub-5	24,36	10,07	10,42	6,10	8,16	20,81	20,08
sub-6	20,20	7,99	8,80	5,63	7,86	20,46	29,06
sub-7	18,49	7,28	7,84	5,09	7,29	20,53	33,48

Solo	Distribuição (%) das classes de perda de solo (t ha ⁻¹ ano ⁻¹)						
	0 a 2,5	2,5 a 5	5 a 10	10 a 15	15 a 25	25 a 100	>100
Arg.	24,39	8,56	7,94	5,79	9,10	35,79	8,43
Neos. Fluv.	61,37	3,26	3,76	2,74	3,51	11,91	13,45
Camb.	22,63	4,77	8,33	5,71	8,42	26,05	24,10
Latos.	25,48	11,52	12,73	8,41	11,57	26,35	3,94
Neos. Lit.	83,05	4,98	1,03	0,78	1,05	2,93	6,17
Organ.	21,60	10,01	12,56	5,40	6,79	20,82	22,82
Gleis.	21,15	7,93	7,43	4,69	7,36	20,50	30,94

Tabela 6. Classificação de classes de erosão hídrica proposta por Beskow et al. (2009) e sua distribuição percentual por sub-bacia e por tipo de solo.

Observa-se pela figura que as elevadas perdas de solos podem ser associadas pela combinação de Argissolos cobertos por cultura anual. As perdas de solos nas classes Cambissolo e Gleissolos se devem em sua maioria, à presença de solo exposto, culturas perenes e campo. Observa-se também que a unidade Neossolo Litólico apresentou as menores taxas de perda de solo em função de sua cobertura ser caracterizada por floresta nativa, em áreas preservadas localizadas na cabeceira da BHARI.

Para a classe Latossolo, observa-se perdas inferiores à 10 t ha⁻¹ ano⁻¹ em aproximadamente 50% de sua área de ocorrência, em função da sua baixa erodibilidade demonstrando a importância intrínseca dos atributos físicos deste solo relacionados à susceptibilidade à erosão natural, conforme discutem Oliveira et al. (2014). A outra metade se encontra nas áreas mais baixas da bacia e, portanto, em regiões onde houve um acelerado processo de ocupação e alteração da cobertura nativa, com

destaque para ocupação do tipo de cultura anual e perenes nessa região, favorecendo os processos de erosão hídrica quando não manejados corretamente.

Em relação à perda de solo nas sub-bacias, observou-se que as sub-bacias 1 e 2, representadas pelos pontos P1 e P2, apresentaram os menores valores de erosão hídrica, por essas estarem localizadas em áreas mais preservadas, caracterizando-se por serem regiões de cabeceira.

Os valores referentes à produção de sedimentos, estimados a partir das Equações 4, 5, 6, 7, 8, 9, e 10, estão apresentados na Tabela 7, em termos de valor médio anual e de acordo com classificação proposta por Carvalho et al. (2000) e, as curvas-chaves sedimentométricas que possibilitaram o cálculo do sedimento transportado, são apresentadas na Figura 5.

Ponto	Área (km ²)	Nome	Descarga Sólida (t ha ⁻¹ ano ⁻¹)	Classe
P1	27	Jusante Aterro Sanitário	0,765	Moderada
P2	106	Fazendinha	0,469	Baixa
P3	385	Pinhais	0,413	Baixa
P4	808	ETE-Sanepar	5,124	Muito Alta
P5	1160	Ponte do Umbarazinho	2,584	Alta
P6	2330	Guajuvira	0,923	Moderada
P7	2740	Balsa Nova	1,126	Moderada

Tabela 7. Produção de sedimentos nas estações sedimentométricas avaliadas.

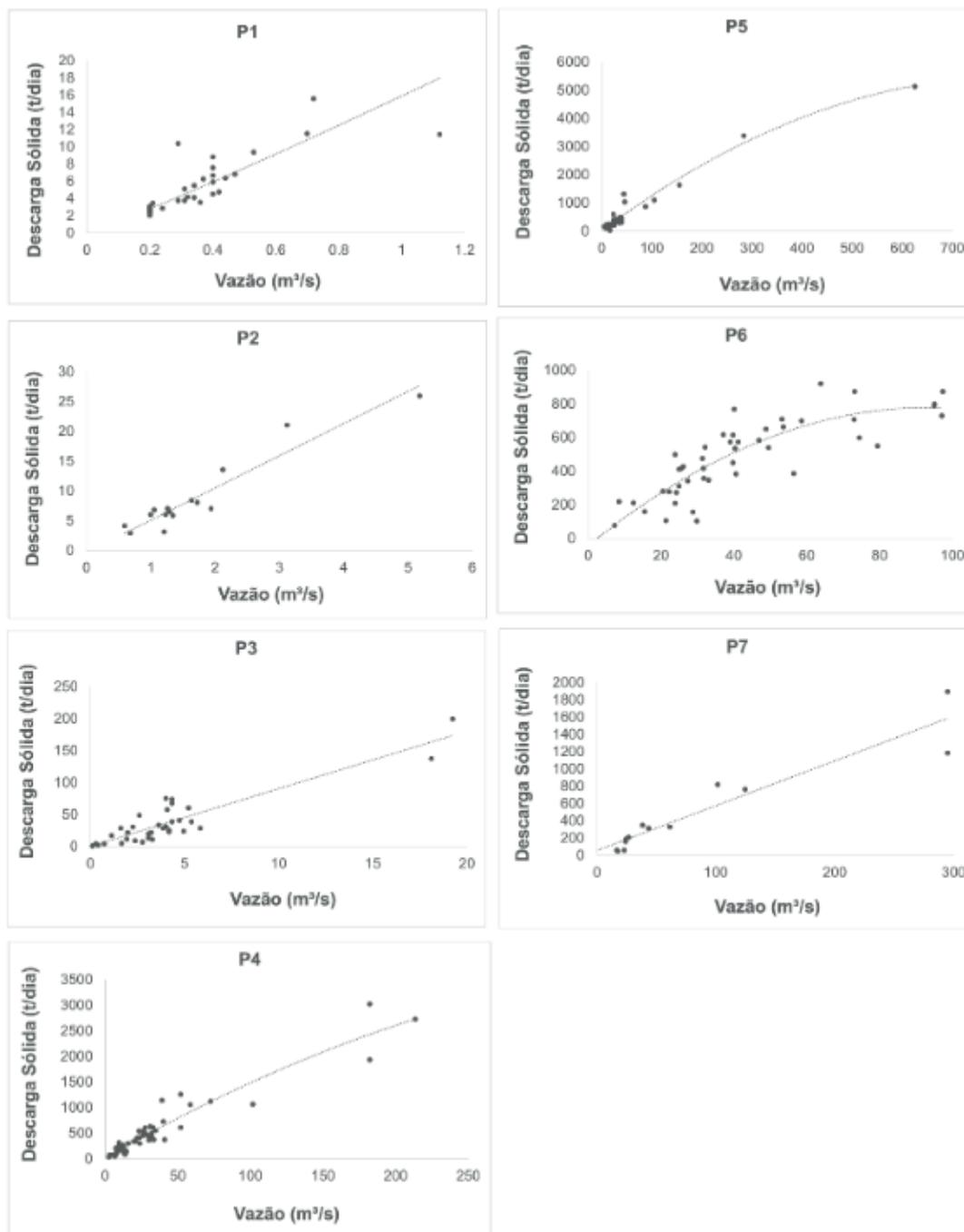


Figura 5. Curvas-chave sedimentológicas das estações analisadas.

A utilização da curva-chave de sedimento decorre do fato de que a realização diária de coleta e análise de amostras é economicamente inviável, assumindo que a vazão é uma boa preditora da concentração de sedimentos, porém, em determinados casos, essa técnica tem se mostrada pouco precisa com um grau de dispersão bastante acentuado (Hicks; gomez; trustrum, 2004) e isto é decorrente dos fatores que influenciam o processo de transporte de sedimentos serem altamente variáveis no espaço e no tempo. Contudo, conforme mostram Córdova e Gonzales (1997), o uso dessa técnica é empregada em bacias maiores, uma vez que as variações entre as vazões médias, máximas e mínimas diárias não são muito significativas.

Por outro lado, Duvert et al. (2012) argumentam que para bacias menores o

uso da curva-chave não é recomendado, uma vez que pode levar a interpretações equivocadas em função da não linearidade e alta dispersão entre a vazão e a concentração de sedimentos em suspensão. Nesse contexto, Li et al. (2004) propuseram a utilização de um índice de erosividade do escoamento em detrimento à erosividade das chuvas, para estimar a descarga sólida em bacias de até 200 km², enquanto que para Duvert et al. (2010), a vazão de pico exerce uma melhor resposta para estimar essa variável, uma vez que as características de escoamento traduzem de maneira mais eficiente o comportamento da bacia.

Assim, uma alternativa para contornar essas limitações é pelo emprego de modelos multivariáveis que combinem as características físicas e de clima, podem apresentar um melhor ajuste e entendimento do fenômeno, já que o método de regressão tradicionalmente utilizado, apenas o relevo é abordado, sendo fisicamente descrito pelo parâmetro β .

Chella et al. (2005) avaliaram o transporte de sedimentos no Rio Barigui, o qual é uma sub-bacia do Alto Rio Iguaçu e encontraram valores de descarga sólida variando de 10 a 350 t dia⁻¹ em cinco pontos monitorados, enquadrando-se nas classes Moderada e Alta.

Knapik (2009) avaliou um modelo de qualidade de água a partir de dados mensurados em campo para a BHARI e encontrou valores de concentração de sedimentos variando de 100 a 176 mg L⁻¹ para os pontos P5, P6 e P7, ressaltando que os valores encontrados são inferiores ao limite de 500 mg L⁻¹ na classificação CONAMA 375/05, e da mesma forma, neste estudo, os valores observados da concentração de sedimentos variaram de 69,4 a 175,4 mg L⁻¹ para os pontos analisados, indicando que, embora haja uma relativa ocupação antrópica, os valores ainda estão dentro dos limites toleráveis.

Nesse sentido, os sedimentos são considerados de grande importância na avaliação do nível de contaminação dos recursos hídricos, devido não somente a sua capacidade em acumular metais, mas, também por transportarem possíveis fontes de contaminação, já que podem liberar espécies contaminantes (Froehner; Martins, 2008).

As produções de descarga sólida em suspensão da BHARI variaram de 0,47 a 5,124 t ha⁻¹ ano⁻¹, para as estações analisadas, e de acordo com classificação proposta por Carvalho et al. (2000), a bacia apresenta produção de sedimentos variando de Baixa a Alta. Ainda, para o Estado do Paraná, Bollmann e Marques (2001) obtiveram para a bacia do Rio Cachoeiras, valores de descarga sólida da ordem de 3,6 t ha⁻¹ ano⁻¹. Silva Júnior et al. (2011) avaliaram a produção de sedimentos na bacia do Rio Mimoso, em Pernambuco, e encontraram valores variando de 0,91 a 10,91 t ha⁻¹ ano⁻¹ em uma área de 194,82 km². Lima Neto, Wiegand e Araujo (2011) avaliaram a produção total de sedimentos em 1,48 t ha⁻¹ ano⁻¹ em uma bacia do semiárido brasileiro, com uma área de 20.000 Km².

Considerando a influência da cobertura vegetal e do uso do solo, principalmente

para locais onde há forte presença de urbanização, foi observado que a estação 65013005 (ETE-SANEPAR), localizada à jusante da região metropolitana de Curitiba (RMC), apresentou valor médio de 5,124 t ha⁻¹ ano⁻¹, constituindo o maior valor encontrado para a BHARI. Esse valor se aproxima daqueles encontrados no estudo de Chella et al. (2005), onde para as áreas com menor grau de antropização apresentou valores da ordem de 0,6 t ha⁻¹ ano⁻¹ e nas áreas onde o núcleo urbano pertencente à RMC exercia maior influência, os valores encontrados foram de até 4,57 t ha⁻¹ ano⁻¹. No referido estudo, pode-se observar que os maiores valores de produção de sedimentos ocorreram nas seções onde havia maior presença urbana (Sub-bacias 4 e 5), ressaltando-se dessa forma, o papel preponderante dos grandes centros urbanos em potencializar as cargas poluidoras.

Nesse sentido, Scapin, Paiva e Beling (2007) caracterizaram bacias urbanizadas e aplicaram vários métodos de cálculo para avaliar o transporte de sedimentos na cidade de Santa Maria – RS, encontrando valor médio de 0,54 t ha⁻¹ ano⁻¹. Embora esses valores sejam inferiores ao encontrado neste estudo para a RMC, deve-se considerar que a área urbanizada no estudo citado é consideravelmente menor.

Esse aumento no transporte de sedimentos em áreas urbanas se deve ao fato de que há uma aceleração do escoamento nas redes de drenagem que cortam os municípios, muitas das quais, retificadas e com rugosidade do canal alterada pela concretagem de margens e do fundo. Portando, áreas metropolitanas não produzem erosão propriamente dita, mas potencializam as cargas poluidoras nos cursos d'água, necessitando de medidas mitigadoras que atenuem esse processo, principalmente em períodos de eventos extremos de precipitação, pois, como demonstram Walling e Webb (1987), parte significativa do transporte de sedimentos ocorre de forma episódica.

Embora os dados utilizados para a construção da curva-chave sejam oriundos de um banco de dados da ANA e, desse modo, apresentam certa incerteza, observa-se que os valores encontrados tiveram um bom ajuste, principalmente para o ponto P4, onde o valor médio estimado foi próximo ao valor médio observado em estudos anteriores que realizaram monitoramento dos cursos d'água na região.

Estes resultados possibilitaram estimar a TAS, que foi utilizada para explicar a heterogeneidade espacial e temporal do processo de transporte de sedimentos e sua interação com a precipitação e com as características morfológicas das sub-bacias, de modo similar, em termos metodológicos, ao estudo de Wang, Yao e Liu (2008). Pela própria definição, a TAS é um fator de escala usado para acomodar diferenças médias na produção de sedimentos, tendo um valor entre 0 a 1 devido à deposição de sedimentos provocados pelas alterações no regime de escoamento e no armazenamento de reservatórios (Wu et al., 2012).

Com os resultados da produção de sedimentos e da erosão média da bacia, estimada a partir da RUSLE, calculou-se a TAS média para cada sub-bacia (Figura 3 e Tabela 2), estando os valores apresentados na Tabela 8. Observa-se que o valor médio para a bacia foi de 0,284, significando que 28,4 % da perda de solo gerada

é transportada até a seção de controle, resultando semelhante ao encontrado por Chaves (2010) que trabalhou na bacia do Rio Pípiripau e encontrou um valor médio de 0,24. Contudo, este mesmo autor observou uma significativa variação dos valores encontrados em função do tipo de metodologia adotada para estimar a TAS, bem como em função dos ajustes das curvas-chaves. Ressalta-se nesse contexto, que um programa de monitoramento contínuo, permite a obtenção de um universo maior de dados, resultando em ajustes mais precisos dado a qualidade dos dados coletados.

Sub-bacias	Y (t ha ⁻¹ ano ⁻¹)	A (t ha ⁻¹ ano ⁻¹)	TAS
sub-1	0,765	3,47	0,220
sub-2	0,469	2,63	0,178
sub-3	0,413	6,29	0,066
sub-4	5,124	5,80	0,883
sub-5	2,584	6,60	0,392
sub-6	0,923	7,77	0,119
sub-7	1,126	8,36	0,135

Tabela 8. Taxa de aporte de sedimentos calculada para a BHARI distribuída por sub-bacias.

Os valores encontrados para a BHARI variam em magnitude entre as sub-bacias de 6,6 a 88,3% (Tabela 8). Esta variabilidade espacial tem sido observada em outros estudos, como o de De Vente et al. (2008), os quais obtiveram TAS variando de 0,03 a 55% para 61 sub-bacias, na Espanha. Ainda neste mesmo sentido, Van Rompaey, Krasa e Dostal (2007) calcularam a TAS para uma bacia de 1.960 km² na República Tcheca, obtendo um valor de 28%; Verstraeten, Prosser e Fogarty (2007) reportaram valores de TAS de 20 a 39 % para bacias de 167 à 2.173 km² na Austrália; Fryirs e Brierley (2001) estimaram uma TAS de quase 70 % na bacia do Rio Bega, no estado australiano de Nova Gales do Sul, que causou mudanças dramáticas na morfologia fluvial e Alatorre et al. (2012) determinaram uma TAS de aproximadamente 5% para uma bacia experimental de 2,84 km² na Espanha.

Em termos de taxa de aporte de sedimentos no Brasil, Silva e Schulz (2007) avaliaram a dinâmica hidrossedimentológica na bacia do ribeirão Água Fria, em Palmas no Tocantins, no período entre fevereiro de 1998 a janeiro de 1999 e obtiveram um valor médio de TAS de 6,2%. Silva, Santos e Silva (2014) encontraram uma TAS de 8% para a bacia do Rio Tapacurá, no Estado de Pernambuco, com uma área de 470 km². Por outro lado, Beskow et al. (2009) encontraram um valor médio para a bacia do alto Rio Grande, em Minas Gerais, de 1,62 %, para uma área de drenagem maior que 6.000 km², enquanto Durães, Mello e Beskow (2016), ao avaliarem a TAS da bacia hidrográfica do Rio Paraopeba, com área de 8.659 km², encontraram valores variando de 8,6 a 66%.

De acordo com Brown et al. (2005), os impactos das alterações no uso do solo na bacia hidrográfica sobre o escoamento superficial podem, de maneira geral, ser

avaliados em termos de vazões máximas médias e mínima. Contudo, esses efeitos estão associados aos processos causados pela erosão hídrica, uma vez que dentro de um contexto de ciclo hidrossedimentológico, a erosão hídrica acarreta na diminuição do volume de solo, o que resulta em uma menor capacidade de armazenamento de água.

Os resultados aqui encontrados mostram que alterações na cobertura e uso do solo podem afetar de maneira significativa a dinâmica hidrológica da bacia hidrográfica em termos de escoamento superficial. Essa alteração do escoamento pode levar a um maior aporte de sedimentos, resultante dos processos erosivos de montante, com consequências na diminuição na variabilidade da umidade das camadas profundas do solo, na recarga dos aquíferos, resultando na redução das vazões em períodos de estiagens e seu aumento nos períodos chuvosos em função das alterações nas taxas de infiltração da água no solo.

4 | CONCLUSÕES

O uso do modelo RUSLE associado a um GIS através da álgebra de mapas mostrou ser uma ferramenta efetiva para determinar a vulnerabilidade à erosão hídrica dos solos em escala de bacia hidrográfica, permitindo a identificação das áreas mais susceptíveis.

A classe Gleissolo apresentou as maiores taxas de potencial à erosão hídrica acima de 25 t ha⁻¹ ano⁻¹, correspondendo a 51,44 % de toda sua ocorrência, seguida das classes Cambissolo (50,15%), Argissolo (44,22%) e Organossolo (43,64%).

As sub-bacias 4 e 5, localizadas a jusante da região metropolitana de Curitiba, apresentaram as maiores taxas de produção de sedimentos e da taxa de aporte de sedimentos, demonstrando assim, o papel preponderante dos grandes centros urbanos em potencializar as cargas poluidoras dos cursos d'água.

A TAS varia espacialmente na BHARI em função do uso e cobertura do solo, bem como das características topográficas, as quais tendem a favorecer os processos de sedimentação em áreas com menores declividades, uma vez que favorece esse fenômeno.

Considerando a variação espacial e temporal dos dados de sólidos dissolvidos em suspensão, a metodologia utilizada se mostra como uma importante ferramenta em termos práticos, embora apresente limitações inerentes, o que faz necessário a continuidade de programa de monitoramento da BHARI, que possibilite uma série histórica maior e mais representativa.

REFERÊNCIAS

- ABDO, H; SALLOUM, J. Spatial assessment of soil erosion in Alqerdaha basin (Syria). **Modeling Earth Systems and Environment**, v. 3, n. 26, p. 7, 2017.
- AHAMED, T. R. N.; RAO, K. G.; MURTHY, J. S. R. fuzzy class membership approach to soil erosion modelling. **Agricultural Systems**, 63(2):97-110, 2000.
- AHAMED, L. C.; Beguería, S.; Lana-Renault, N.; Navas, A.; García-Ruiz, J. M. Soil erosion and sediment delivery in a mountain catchment under scenarios of land use change using a spatially distributed numerical model. **Hydrology and Earth System Sciences**. v. 16, p. 1321-1334, 2012.
- Araújo, F. S.; Salviano, A. C.; Neto, M. R. H. Estimativa da erodibilidade de latossolos do Piauí. **Scientia Plena**. v. 7, p. 1-6, 2011.
- Arnold, J. G.; SrinivasaN, R.; Muttiah, R. S.; Williams, J. R. Large area hydrologic modeling and assessment part I: model development. **Journal of the American Water Resources Association**. v. 34, p. 73-89, 1998.
- Avanzi, J. C.; Silva, M. L. N. S.; Curi, N.; Norton, L. D.; Beskow, S.; Martins, S. G. Spatial distribution of water erosion risk in a watershed with eucalyptus and Atlantic forest. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 37, p. 427-434, 2013.
- Batalha, R. M. P. **Expectativa de risco de degradação dos recursos hídricos na bacia do rio Jundiá-Mirim**. 2006. 96f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.
- Bertoni, J.; Lombard Neto, F. L. **Conservação do solo**. 5a.ed. São Paulo: Ed. Ícone; 2005.
- Beskow, S.; Mello, C. R.; Norton, L. D.; Curi, N.; Viola, M. R.; Avanzi, J. C. Soil erosion prediction in the Grande river basin, Brazil using distributed modeling. **Catena**. v. 79, p. 49-59, 2009.
- Bollmann, h. A.; Marques, D. M. Gestão ambiental integrada de bacias hidrográficas: Bacia do Rio Cachoeiras – São Mateus do Sul – PR. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 6, p. 45-65, 2001.
- Borges, K. M. R.; Carvalho Júnior, A. O.; Martins, E. S.; Gomes, R. A. T.; Guimarães, R. F. Vulnerabilidade natural: a perda de solo da bacia do rio Carinhanha (MG/BA) usando uma abordagem qualitativa da equação universal de perda de solos. **Geographia**. v. 14, p. 101-125, 2012.
- Botelho et al. Use of USLE/GIS technology for identifying criteria for monitoring soil erosion losses in agricultural areas. **Engenharia Agrícola**, v. 38, n. 1, p. 13-21, 2018.
- Brown, A. E.; Zhang, L.; McMahon, T. A.; Western, A. W.; Vertessy, R. A. A review of paired catchment studies for determining changes in water yield resulting from alterations in vegetation. **Journal of Hydrology**. v. 310, p. 28-61, 2005.
- Carvalho, N. O.; Filizola Júnior, N. P.; Santos, P. M.; Lima, J. E. F. W. **Guia de práticas sedimentológicas**. Brasília – DF: ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000.
- Castro, W. J.; Lemke-de-Castro, M. L.; Lima, J. O.; Oliveira, L. F. C.; Rodrigues, C.; Figueiredo, C. C. Erodibilidade de solos do cerrado goiano. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**. v. 4, n. 2, p. 305-320, 2011.
- Chaves, H. M. L. Relações de aporte de sedimento e implicações de sua utilização no pagamento por serviço ambiental em bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 34, p. 1469-

1477, 2010.

Chella, M. R.; Fernandes, V. S.; Fermiano, G. A.; Fill, H. D.; Santos, I. Avaliação do transporte de sedimentos no rio Barigui. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 10, p. 105-111, 2005.

CÓRDOVA, J. R.; GONZALES, M. Sediment yield estimation in small watersheds based on streamflow and suspended sediment discharge measurements. **Soil Technology**. v. 11, p. 57-65, 1997.

De Vente, J.; Poesen, J.; Verstraeten, G.; Van Rompaey, A.; Govers, G. Spatially distributed modelling of soil erosion and sediment yield at regional scales in Spain. **Global Planet Change**. v. 60, p. 393-415, 2008.

DURÃES, M. F.; COELHO FILHO, J. A. P.; OLIVEIRA, V. A. Water erosion vulnerability and sediment delivery rate in upper Iguaçu river basin – Paraná. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 21, n. 4, p. 728-741, 2016.

Durães, M. F.; Mello, C. R. Hydrosedimentologic disturbance index applied to watersheds of Minas Gerais State. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 38, p. 61-67, 2014.

DURÃES, M. F.; MELLO, C. R.; BESKOW, S. Sediment yield in Paraopeba river basin – MG, Brazil. **International Journal of River Basin Management**. 2016. Doi: 10.1080/15715124.2016.1159571

DUVERT, C.; GRATIOT, N.; EVRARD, O.; NAVRATIL, O.; NÉMERY, J.; PRAT, C.; ESTEVES, M. Drivers of erosion and suspended sediment transport in three headwater catchments of the Mexican Central Highlands. **Geomorphology**. v. 123, p. 243-256, 2010.

DUVERT, C.; NORD, G.; GRATIOT, N.; NAVRATIL, O.; NADAL-ROMERO, E.; MATHYS, N.; NÉMERY, J.; REGUES, D.; GARCIA-RUIZ, J. M.; GALLART, F.; ESTEVES, M. Towards prediction of suspended sediment yield from peak discharge in small erodible mountains catchments (0.45-22km²) of France, Mexico and Spain. **Journal of Hydrology**. v. 454-455, p. 42-55, 2012.

ESRI. Environmental Systems Research Institute – ESRI. **ArcGIS: getting started with ArcGIS**. Redlands, 2004.

Froehner, S.; Martins, R. F. Avaliação da composição química de sedimentos do rio Barigui na região metropolitana de Curitiba. **Química Nova**. v. 31, p. 2020-2026, 2008.

Fryirs, K.; Brierley, G. J. Variability in sediment delivery and storage along river courses in Bega catchment, NSW, Australia: implications for geomorphic river recovery. **Geomorphology**. v. 38, p. 237-265, 2001.

Gassman, P. W.; Reyes, M. R.; Green, C. H.; Arnold, J. G. The soil and water assessment tool: historical development, applications, and future research directions. **Transactions of the ASABE**. v. 50, p. 2111-1250, 2007.

GUERRERO, M.; NONES, M.; SAURRAL, R.; MONTROULL, N.; SZUPIANY, R. N. Parana river morphodynamics in the contexto of climate change. **International Journal of River Basin Management**. v. 11, p. 423-437, 2013.

Hicks, D.; Gomez, B.; Trustrum, N. A. Event suspended sediment characteristics and the generation of hyperpycnal plumes at river mouths: east coast continental margin, North Island, New Zealand. **The Journal of Geology**. v. 112, n. 4, p. 471-485, 2004.

HOYOS, N.; WAYLEN, P. R.; JARAMILLO, A. Seasonal and spatial patterns of erosivity in a tropical watershed of the Colombian Andes. **Journal of Hydrology**. v. 314, p. 177-191, 2005.

HRABALÍKOVÁ, M.; JANEČEK, M. Comparison of different approaches to LS factor calculations based on a measured soil loss under simulated rainfall. **Soil and Water Resources**, v.12, n. 2, p. 69-77, 2017.

Hui, L.; Xiaoling, C.; Lim, K. J.; Xiaobin, C.; Sagong, M. Assessment of soil erosion and sediment yield in Liao watershed, Jiangxi province, China, using USLE, GIS and RS. **Journal of Earth Science**. v. 21, n. 6, p. 941-953, 2010.

KARYDAS, C. G.; PANAGOS, P.; GITAS, I. Z. A classification of water erosion models according to their geospatial characteristics. **International Journal of Digital Earth**, 7:229-250, 2014.

Knapik, H. G. **Reflexões sobre monitoramento, modelagem e calibração na gestão de recursos hídricos: estudo de caso da qualidade da água da bacia do Alto Iguaçu**. 2009. 197f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

Knapik, H. G.; Fernandes, C. V. S.; Bassanesi, K.; Porto, M. F. A. Qualidade da água da bacia do rio Iguaçu: diferenças conceituais entre os modelos QUAL2E e QUAL2K. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 16, p. 75-88, 2011.

LEE, G.; LEE, K. Determining the sediment delivery ratio using the sediment-rating curve and a geographical information system-embedded soil erosion model on a basin scale. **Journal of Hydrologic Engineering**. v. 15, p. 834-843, 2010.

LI, Z.; LI, P.; LU, K.; ZHENG, L.; GUO, Y. Development and application of the runoff erosivity for sediment yield prediction on watershed scale. In: **Proceedings of the 13th International Soil Conservation Organization (ISCO) Conference**, Brisbane, Paper No. 668. 2004.

Lima Neto, I. E.; Wiegand, M. C.; Araujo, J. C. Sediment redistribution due to a dense reservoir network in a large semi-arid Brazilian basin. **Hydrological Sciences Journal**. v. 56, n. 2, p. 319-333, 2011.

Mannigel, A. R.; Carvalho, M. P.; Moretti, D.; Medeiros, L. R. Fator erodibilidade e tolerância de perda dos solos do Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum Agronomy**. v. 24, p. 1335-1340, 2002.

Marques, J. J. G. S. M.; Curi, N.; Ferreira, M. M.; Lima, J. M.; Silva, M. L. N.; Sá, M. A. C. Adequação de métodos indiretos para estimativa da erodibilidade de solos com horizonte B textural no Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 21, p. 447-456, 1997.

Martins, S. G.; Silva, M. L. N.; AVANZI, J. C.; Curi, N.; Fonseca, S. Fator cobertura e manejo dos solos e perdas de solo e água em cultivo de eucalipto e em mata atlântica nos tabuleiros costeiros do estado do Espírito Santo. **Scientia Forestalis**. v. 38, n. 87, p. 517-526, 2010.

MELLO, C. R.; ÁVILA, L. F.; VIOLA, M. R.; CURI, N.; NORTON, L. D. Assessing the climate change impacts on the rainfall erosivity throughout the twenty-first century in the Grande River Basin (GRB) headwaters, Southeastern Brazil. **Environmental Earth Sciences**. v. 73, p. 8683-8698, 2015.

Mello, C. R.; Viola, M. R.; Beskow, S.; Norton, L. D. Multivariate models for annual rainfall erosivity in Brazil. **Geoderma**. v. 202-203, p. 88-102, 2013.

Moore, I. D.; Burch, G. J. Modeling erosion and deposition: Topographic effects. **Transactions of the ASAE**. v. 29, p. 1624-1640, 1986.

Nearing, M. A.; Lane, L. J.; Lopes, V. L. **Modeling soil erosion**. In: Lal R, editor. Soil Erosion: research methods. Saint Lucie: Delray Beach; 1994. p. 127-135.

NEL, W.; REYNHARDT, D. A.; SUMMER, P. D. Effect of altitude on erosive characteristics of

concurrent rainfall events in the northern Kwazulu-Natal Drakensberg. **Water SA**. v. 36, p. 509-512, 2010.

NUNES, J. F.; ROIG, H. L. Análise e mapeamento do uso e ocupação do solo da bacia do Alto do Descoberto, DF/GO, por meio de classificação automática baseada em regras e lógica nebulosa. **Revista Árvore**, v. 39, n. 1, p.25-36, 2015.

OLIVEIRA, V. A.; DURÃES, M. F.; MELLO, C. R. Assessment of the current soil erosion in Piranga river basin, Minas Gerais state. **Water Resources and Irrigation Management**, 3(2):57-64, 2014.

Oliveira, V. A.; Mello, C. R.; Durães, M. F.; Silva, A. M. Soil erosion vulnerability in the Verde river basin, Southern Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 38, p. 262-269, 2014.

Pandey, A.; Chowdary, V. M.; Mal, B. C. Identification of critical erosion prone áreas in the small agricultural watershed using USLE, GIS and remote sensing. **Water Resources Management**. v. 21, p. 729-746, 2007.

Pradhan, B.; Chaudhari, A.; Adinarayana, J.; Buchroithner, M. F. Soil erosion assessment and its correlation with landslide events using remote sensing data and GIS: a case study at Penang Island, Malaysia. **Environmental Monitoring and Assessment**. v. 184, n. 2, p. 715-727, 2012.

Renard, K. G.; Foster, G. R.; Weesies, G. A.; Porter, P. J. RUSLE: revised universal soil loss equation. **Journal of Soil and Water Conservation**. v. 46, p. 30-33, 1991.

Ribeiro, L. S.; Alves, M. G. Análise de susceptibilidade à erosão laminar no município de Campos dos Goytacazes/RJ através de técnicas de geoprocessamento. **Estudos Geográficos**. v. 6, n. 1, p. 89-100, 2008.

RODRIGUES et al. Estimativa da vulnerabilidade dos solos à erosão hídrica na bacia hidrográfica do rio Cervo – MG. **Geociências**, 36(3):531-542, 2017.

Ruhoff, A. L.; Souza, B. S. P.; Giotto, E.; Pereira, R. S. Avaliação dos processos erosivos através da equação universal de perda de solos, implementada com algoritmos em LEGAL. **Geomática**, v. 1, p. 12-22, 2006.

Sá, M. A. C.; Lima, J. M.; Curi, N.; Massaroto, J. A.; Marques, J. J. G. S. M. Estimativa da erodibilidade pela desagregação por ultra-som e atributos de solos com horizonte B textural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 39, p. 691-699, 2004.

Scapin, J.; Paiva, J. B. D.; Beling, F. A. Avaliação de métodos de cálculo do transporte de sedimentos em um pequeno rio urbano. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 12, p. 5-21, 2007.

Silva Júnior, V. P.; Montenegro, A. A. A.; Silva, T. P. N.; Guerra, S. M. S.; Santos, E. S. Produção de água e sedimentos em bacia representativa do semiárido pernambucano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 15, p. 1073-1081, 2011.

Silva, A. M.; Alvares, C. A. Levantamento de informações e estruturação de um banco de dados sobre a erodibilidade de classes no estado de São Paulo. **Geociências**, v. 24, p. 33-41, 2005.

Silva, A. M.; Schulz, H. E. Hydrosedimentological dynamic on Água Fria watershed. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v. 50, n. 5, p. 861-870, 2007.

Silva, A. M.; Silva, M. L. N.; Curi, N.; Avanzi, J. C.; Ferreira, M. M. Erosividade da chuva e erodibilidade de Cambissolo e Latossolo na região de Lavras, sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 33, p. 1811-1820, 2009.

- Silva, F. M.; Lermen, V. K.; Nery, J. T. Variabilidade interanual da precipitação na bacia do rio Iguaçu. **Acta Scientiarum**. v. 23, n. 6, p. 1439-1444, 2001.
- Silva, R. M.; Montenegro, S. M. G. L.; Santos, C. A. G. Integration of GIS and remote sensing for estimation of soil loss and prioritization of critical sub-catchments: a case study of Tapacurá catchment. **Natural Hazards**. v. 62, p. 953-970, 2012.
- Silva, R. M.; Santos, C. A. G.; Silva, A. M. Predicting soil erosion and sediment yield in the Tapacurá catchment, Brazil. **Journal of Urban and Environmental Engineering**. v. 8, n. 1, p. 75-82, 2014.
- Silva, V. Estimativa da erosão atual da bacia do rio Paracatu (MG/GO/DF). **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 34, p. 147-159, 2004.
- STEINMETZ et al. Assessment of soil loss vulnerability in data-scarce watersheds in southern Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, 42(6):575-587, 2018.
- SUDERHSA. **Sistema de Informações Geográficas para Gestão de Recursos Hídricos no Alto Iguaçu – Relatório Final**. Curitiba: SUDERHSA; 2004.
- Van Rompaey, A.; Krasa, J.; Dostal, T. Modelling the impact of land cover changes in the Czech Republic on sediment delivery. **Land Use Policy**. v. 24, p. 576-583, 2007.
- Vemu, S.; Pinnamaneni, U. B. Estimation of spatial patterns of soil erosion using remote sensing and GIS: a case study of Indravati catchment. **Natural Hazards**. v. 59, p. 1299-1315, 2011.
- Verstraeten, G.; Prosser, I. P.; Fogarty, P. Predicting the spatial patterns of hillslope sediment delivery to river channels in the Murrumbidgee catchment, Australia. **Journal of Hydrology**. v. 334, p. 440-454, 2007.
- Walling, D. E. The sediment delivery problem. **Journal of Hydrology**. v. 65, p. 209-237, 1983.
- Walling, D. E.; Webb, B. W. Material transport by the world's rivers: evolving perspectives. In: Rodda, J. C.; Matalas, N. C. Water for the future: Hydrology in Perspective. **Proc. Rome Symposium**, 1987. p. 313-329.
- Wang, G. Q.; Hapuarachchi, H.; Ishidaira, H.; KIEM, A. S.; TAKEUCHI, K. Estimation of soil erosion and sediment yield during individual rainstorms at catchment scale. **Water Resources Management**. v. 23, p. 1447-1465, 2009.
- Wang, L. L.; Yao, W.Y.; Liu, Y. L. China's research progress in sediment delivery ratio of watershed. **Yellow River**. v. 30, p. 36-45, 2008.
- Wischmeier, W. H.; Smith, D. D. **Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning, Agricultural Handbook 537**. U.S. Department of Agriculture, Science and Education Administration, Washington, DC; 1978.
- Wu, L.; Long, T. Y.; Liu, X.; Mmereki, D. Simulation of soil loss processes based on rainfall runoff and the time factor of governance in the Jialing river watershed, China. **Environmental Monitoring and Assessment**. v. 184, p. 3731-3748, 2012.
- Xavier, A. P.; Silva, A. M.; Silva, R. M. Mudanças espaço-temporais da variabilidade da precipitação e perdas de solo na bacia do rio Mamuaba, Brasil. **Cadernos do Logepa**. v. 8, p. 79-102, 2013.
- ZHANG, H.; YANG, Q.; LI, R.; LIU, Q.; MOORE, D.; HE, P.; RITSEMA, C. J.; GEISSEN, V. Extension of a GIS procedure for calculating the RUSLE equation LS factor. **Computers & Geosciences**. v. 52, p. 177-188, 2013.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Júlio César Ribeiro - Doutor em Agronomia (Ciência do Solo) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ); Mestre em Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal Fluminense (UFF); Engenheiro Agrônomo pela Universidade de Taubaté-SP (UNITAU); Técnico Agrícola pela Fundação ROGE-MG. Possui experiência na área de Agronomia com ênfase em ciclagem de nutrientes, nutrição mineral de plantas, cultivos em sistemas hidropônicos, fertilidade e poluição do solo, e tecnologia ambiental voltada para o aproveitamento de resíduos da indústria de energia na agricultura. E-mail para contato: jcragronomo@gmail.com

Carlos Antônio dos Santos - Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica-RJ; Especialista em Educação Profissional e Tecnológica pela Faculdade de Educação São Luís, Jaboticabal-SP; Mestre em Fitotecnia pela UFRRJ. Atualmente é Doutorando em Fitotecnia na mesma instituição e desenvolve trabalhos com ênfase nos seguintes temas: Produção Vegetal, Horticultura, Manejo de Doenças de Hortaliças. E-mail para contato: carlosantoniokds@gmail.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

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

B

Barra de cereal 122, 130, 131
Biorreguladores 62

C

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

D

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

E

Educação profissionalizante 164
Estrutura dinâmica 1
Extratos alternativos 54

F

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

G

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

H

Hospedeiros 43, 46, 47, 48, 51

I

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

Irrigação 12, 14, 23, 37, 42, 55

Isolamento 89, 91, 93

M

Malus domestica 137, 138

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

Melhoramento vegetal 73

Modelos simplificados 23

O

Osmose 136, 145

P

Palinologia 80, 82

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

Perfil do aluno 164, 166, 168

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

Pólen apícola 80, 83, 85, 86, 87

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

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

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

Progênies 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78

Propagação vegetativa 8, 9, 54, 60, 61

Q

Qualidade do solo 1

R

Rendimento 70, 89, 95

S

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

Spondias tuberosa L. 54, 55

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

T

Theobroma grandiflorum 72, 73, 78, 79

U

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

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

V

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

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

 **Atena**
Editora

2 0 2 0