

Ciências Agrárias: Campo Promissor em Pesquisa 4

Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo
(Organizadores)



Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo
(Organizadores)

**Ciências Agrárias: Campo Promissor
em Pesquisa**
4

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.ª Dr.ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
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. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C569	Ciências agrárias [recurso eletrônico] : campo promissor em pesquisa 4 / Organizadores Jorge González Aguilera, Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Ciências Agrárias. Campo Promissor em Pesquisa; v. 4) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-418-4 DOI 10.22533/at.ed.184192006 1. Agricultura. 2. Ciências ambientais. 3. Pesquisa agrária – Brasil. I. Aguilera, Jorge González. II. Zuffo, Alan Mario. III. Série. 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 obra “*Ciências Agrárias Campo Promissor em Pesquisa*” aborda uma publicação da Atena Editora, apresenta seu volume 4, em seus 23 capítulos, conhecimentos aplicados as Ciências Agrárias.

A produção de alimentos nos dias de hoje enfrenta vários desafios e a quebra de paradigmas é uma necessidade constante. A produção sustentável de alimentos vem a ser um apelo da sociedade e do meio acadêmico, na procura de métodos, protocolos e pesquisas que contribuam no uso eficiente dos recursos naturais disponíveis e a diminuição de produtos químicos que podem gerar danos ao homem e animais.

Este volume traz uma variedade de artigos alinhados com a produção de conhecimento na área das Ciências Agrárias, ao tratar de temas como bioatividade de extratos vegetais, produção e qualidade de adubos verdes, silagem, fortalecimento de cadeias produtivas, resistência a doenças, entre outros. São abordados temas inovadores relacionados com o uso de energia solar. Os trabalhos abordam temas relacionados com as culturas do abacaxi, cana-de-açúcar, canola, feijão, goiaba, mamona, orégano, trigo, soja, entre outros cultivos. Os resultados destas pesquisas vêm a contribuir no aumento da disponibilidade de conhecimentos úteis a sociedade.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências Agrárias, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área da Agronomia e, assim, contribuir na procura de novas pesquisas e tecnologias que possam solucionar os problemas que enfrentamos no dia a dia.

Jorge González Aguilera

Alan Mario Zuffo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AVALIAÇÃO DA BIOATIVIDADE DE EXTRATOS VEGETAIS EM RELAÇÃO A SITOPHILUS SP. E RHYZOPERTHA DOMINICA EM GRÃOS DE TRIGO ARMAZENADO	
Chawana dos Santos Lima Soares Anna Maria Deobald Sandro Borba Possebon	
DOI 10.22533/at.ed.1841920061	
CAPÍTULO 2	6
AVALIAÇÃO DA BIOSSORÇÃO EM ÁGUA PRODUZIDA A PARTIR DA FIBRA DE CANA-DE-AÇÚCAR	
Luiz Antonio Barbalho Bisneto Ana Júlia Miranda de Souza Tatiane Pinheiro da Silva Bernardino Fabiola Gomes de Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.1841920062	
CAPÍTULO 3	20
AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA CINÉTICA DE SECAGEM DE <i>Malus domestica</i> EM ESTUFA	
Kátia Cristina Barbosa da Silva Maria Suenia Nunes de Moraes Camila Joyce Ferreira de Locio Luana Maria de Queiroz Silva Bruno Rafael Pereira Nunes	
DOI 10.22533/at.ed.1841920063	
CAPÍTULO 4	31
AVALIAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA DE NÉCTAR DE GOIABA (<i>Psidium guajava</i> , L.) ADICIONADO DE SORO DE LEITE	
Maiara Magna Almeida da Silva Auriana de Assis Regis Ravena Kilvia Oliveira Aguiar Pahlevi Augusto de Souza Ariosvana Fernandes Lima Zulene Lima de Oliveira Elisabeth Mariano Batista	
DOI 10.22533/at.ed.1841920064	
CAPÍTULO 5	42
AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA BIOMASSA FRESCA PRODUZIDA PELAS LEGUMINOSAS COMO ADUBOS VERDES	
Gabriel Menezes Ferreira Antonio Tassio Oliveira de Souza; Alisson Silva de Souza Daniel Sávio Fernandes Tavares Domingos Sávio Moraes Tavares Patricia Taila Trindade de Oliveira Jorge Antônio dos Reis Barros Junior	

Thaynara Luany Nunes Monteiro
Igor Thiago dos Santos Gomes
Manoel Júlio Albuquerque Filho
Jhemyson Jhonathan da Silveira Reis
João Henrique Trindade e Matos

DOI 10.22533/at.ed.1841920065

CAPÍTULO 6 52

BEBIDA FERMENTADA FUNCIONAL UTILIZANDO EXTRATO AQUOSO DE COCO

Ilsa Cunha Barbosa Vieira
Geiseanny Fernandes do Amarante Melo
Renata Kelly Gomes de Oliveira
Mirleny Barbosa da Silva
Valéria Lopes Cruz

DOI 10.22533/at.ed.1841920066

CAPÍTULO 7 62

**CARACTERIZAÇÃO DE COBERTURA VEGETAL DO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ/
RN POR MEIO DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO ESTIMADOS POR SENSORIAMENTO
REMOTO**

Ana Beatriz Alves de Araújo
Isaac Alves da Silva Freitas
Antônio Aldísio Carlos Júnior
Daniela da Costa Leite Coelho
Suedêmio de Lima Silva
Paulo Cesar Moura da Silva
João Paulo Nunes da Costa
Lizandra Evelylyn Freitas Lucas
Poliana Maria da Costa Bandeira
Priscila Pascali da Costa Bandeira
Erllan Tavares Costa Leitão
Marineide Jussara Diniz

DOI 10.22533/at.ed.1841920067

CAPÍTULO 8 75

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE PÃO DE QUEIJO
ELABORADO COM FOLHAS DESIDRATADAS E ÓLEO ESSENCIAL DE ORÉGANO
(*Origanum vulgare* L.)**

Tatiane Regina Alves da Cunha
Tatiane Rodrigues Silva
Carla Luciane Kreutz Braun
Krishna Rodrigues de Rosa
José Masson

DOI 10.22533/at.ed.1841920068

CAPÍTULO 9 80

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA SILAGEM DE SORGO COM ADIÇÃO DE BAGAÇO DE
CAJU DESIDRATADO: MATÉRIA SECA, PROTEÍNA BRUTA, FDN E FDA**

Jesane Alves de Lucena
Vitor Lucas de Lima Melo
Raisa Raquel da Cunha Menezes
Cicília Maria Silva de Souza
Hilton Felipe Marinho Barreto

DOI 10.22533/at.ed.1841920069

CAPÍTULO 10	90
CONJUNTURA DO MERCADO DA BANANA NO BRASIL E NO ESTADO DO PARÁ	
Erika da Silva Chagas	
Ricardo Falesi Palha de Moraes Bittencourt	
Italo Marlone Gomes Sampaio	
Letícia Cunha da Hungria	
Camila Gurjão da Costa	
Italo Claudio Falesi Palha de Moraes Bittencourt	
DOI 10.22533/at.ed.18419200610	
CAPÍTULO 11	97
CONJUNTURA DO MERCADO DO CACAU NO ESTADO DO PARÁ: ASPECTOS NACIONAIS E REGIONAIS	
Ricardo Falesi Palha de Moraes Bittencourt	
Erika da Silva Chagas	
Italo Marlone Gomes Sampaio	
Camila Gurjão da Costa	
Letícia Cunha da Hungria	
Italo Claudio Falesi Palha de Moraes Bittencourt	
DOI 10.22533/at.ed.18419200611	
CAPÍTULO 12	104
CUSTOS DE PRODUÇÃO DE SOJA NO PLANEJAMENTO DA COMERCIALIZAÇÃO DE UMA PROPRIEDADE RURAL DO MUNICÍPIO DE OURINHOS	
Edson Ruiz	
Andressa Maria Soares Bezerra	
Claudinei de Lima	
Roger de Oliveira	
Adriano Pontara	
DOI 10.22533/at.ed.18419200612	
CAPÍTULO 13	112
DESEMPENHO DA CANOLA EM JATAÍ - GO	
Raissa Macedo Assis	
Simério Carlos Silva Cruz	
Flavia Andrea Nery Silva	
Givanildo Zildo da Silva	
Gabriela Fernandes Gama	
Ingrid Maressa Hungria de Lima e Silva	
Carla Gomes Machado	
DOI 10.22533/at.ed.18419200613	
CAPÍTULO 14	118
DIVERSIDADE DE INSETOS EM DIFERENTES AMBIENTES NO IFNMG - CAMPUS ARINOS	
Thays Morato Lino	
Elisabeth Gomes Uchôas	
Manoel Xavier de Oliveira Júnior	
Chirles Rosa Ramos	
Matheus dos Santos Pereira	
Luciana Rodrigues da Conceição	
DOI 10.22533/at.ed.18419200614	

CAPÍTULO 15	130
EFEITO DA UMIDADE E DA ACÚSTICA NA TORREFAÇÃO DE PINUS ELLIOTTII	
Myla Medeiros Fortes	
Eder Pereira Miguel	
Bruno Sant' Ana Chaves	
Ícaro Renã Alves Moureira Nery	
Ailton Teixeira do Vale	
DOI 10.22533/at.ed.18419200615	
CAPÍTULO 16	138
FENAÇÃO DE RESÍDUOS CULTURAIS DE ABACAXI (<i>Ananas comosus</i>)	
Fernando José de Sousa Borges	
Karla Agda Botelho Mota	
Danielly Pereira dos Santos	
Ana Cristina Gomes Figueiredo	
Izabel Pereira de Araújo	
João Carlos Santos de Andrade	
Poliana Mendes Avelino de Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.18419200616	
CAPÍTULO 17	145
FORTALECIMENTO DAS CADEIAS PRODUTIVAS DAS ESPÉCIES MAIS PROMISSORAS PARA A REGIÃO AMAZÔNICA	
Luiz Antonio de Oliveira	
Maricleide Maia Said	
DOI 10.22533/at.ed.18419200617	
CAPÍTULO 18	159
PRODUÇÃO DE LINGUIÇA DE ATUM COM SUBSTITUIÇÃO DE GORDURA POR INULINA: ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS	
Andréia Amanda Bezerra Jácome	
Lucas de Oliveira Soares Rebouças	
Patrícia de Oliveira Lima	
Jean Berg Alves da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.18419200618	
CAPÍTULO 19	166
RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA PARA UM PLANTIO CLONAL DE <i>Tectona grandis</i> LINN F. NO MUNICÍPIO DE CAPITÃO POÇO, PARÁ	
Mario Lima dos Santos	
Patrícia Mie Suzuki	
Richard Pinheiro Rodrigues	
Beatriz Cordeiro Costa	
Walmer Bruno Rocha Martins	
DOI 10.22533/at.ed.18419200619	
CAPÍTULO 20	172
RESISTÊNCIA BACTERIANA DOS GRAM-NEGATIVOS	
Tiago Zaquia Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.18419200620	

CAPÍTULO 21	185
RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE MAMONA À <i>Fusarium oxysporum f.sp. ricini</i>	
Zilda Cristina Malheiros Lima	
Suane Coutinho Cardoso	
Leandro Santos Peixoto	
Lucas Barbosa de Oliveira	
Wesley Santana Fernandes	
Marineide Ferreira de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.18419200621	
CAPÍTULO 22	195
RIZÓBIOS DE LEGUMINOSAS DA CAATINGA NODULAM E PROMOVEM O CRESCIMENTO DE FEIJÃO-CAUPI	
Jéssica Moreira da Silva Souza	
Ana Jéssica Gomes Guabiraba	
José Wilisson Ferreira dos Santos	
José Vieira Silva	
Flávia Barros Prado Moura	
Jakson Leite	
DOI 10.22533/at.ed.18419200622	
CAPÍTULO 23	204
USO DE ENERGIA SOLAR NA PRODUÇÃO DE MUDAS NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA DE SANTO ANTÃO – PE	
Geoge Carlos Vieira Da Silva	
Lucas Nascimento de Melo Silva	
Charles Teruhiko Turuda	
DOI 10.22533/at.ed.18419200623	
SOBRE OS ORGANIZADORES	208

AVALIAÇÃO DA BIOATIVIDADE DE EXTRATOS VEGETAIS EM RELAÇÃO A SITOPHILUS SP. E RHYZOPERTHA DOMINICA EM GRÃOS DE TRIGO ARMAZENADO

Chawana dos Santos Lima Soares

Aluno do curso de graduação em Licenciatura em Química – Instituto Federal Farroupilha, Campus Panambi, Panambi, RS.

Anna Maria Deobald

Professora do Instituto Federal Farroupilha, Campus Panambi, Panambi, RS.

Sandro Borba Possebon

Professor do Instituto Federal Farroupilha, Campus Panambi, Panambi, RS.

RESUMO: Os insetos praga de grãos armazenados contribuem para uma boa parcela das perdas de cereais, dentre eles o trigo. No Rio Grande do Sul o trigo é cultivado em pequenas e grandes propriedades, e o armazenamento destes grãos é afetado principalmente pelos insetos *Sitophilus sp.* (gorgulho do-trigo) e *Rhyzopertha dominica* (besourinho-dos-cereais), pragas combatidas com o uso de inseticidas sintéticos. Este estudo teve o objetivo de avaliar a atividade bioinseticida de plantas sobre esses insetos. Efetuamos a coleta de caules e folhas de quatro plantas atóxicas ao ser humano (eucalipto, caneleira, manjerição ou alfavaca, e alecrim), o preparo de extratos vegetais hidroalcoólicos e aquosos em diferentes concentrações e a avaliação da bioatividade desses frente aos insetos supracitados. Observamos que o substrato

aquoso de eucalipto (23%) e de canela (18,7%) tiveram melhores resultados em um período de 72 horas de exposição dos insetos da espécie *Sitophilus sp.*, sendo a taxa de mortalidade de 85% e 55% respectivamente. Apesar das taxas de mortalidade dos insetos praga frente aos substratos vegetais não serem elevadas como esperávamos e termos contratempos inerentes da experimentação, os resultados parciais foram bons e orientarão novos estudos.

PALAVRAS-CHAVE: Atóxico, Bioinseticida, Extratos, Plantas, Trigo.

ABSTRACT: Stored pest insects contribute to a good share of cereal losses, including wheat. In Rio Grande do Sul wheat is grown in small and large farms, and the storage of these grains is mainly affected by the insects *Sitophilus sp.* (wheat weevil) and *Rhyzopertha dominica* (pigeon beetle), pests fought with the use of synthetic insecticides. This study aimed to evaluate the bioinsecticidal activity of plants on these insects. We made the collection of stems and leaves of four non-toxic plants to the human being (*Eucalyptus*, *Cinnamomum zeylanicum*, *Ocimum sp* e *Rosmarinus officinalis*), the preparation of hydroalcoholic and aqueous vegetal extracts in different concentrations and the evaluation of the bioactivity of these front insects. We observed that the aqueous substrate of eucalyptus (23%) and cinnamon (18.7%) had

better results in a period of 72 hours of exposure of the insects of the species *Sitophilus sp.*, with a mortality rate of 85% and 55% respectively. Although insect pest mortality rates in relation to plant substrates were not high as we expected and had inherent setbacks, partial results were good and will guide new studies.

KEYWORDS: *Atoxy, Bioinseticide, Extracts, Plants, Wheat.*

INTRODUÇÃO

No contexto atual da agricultura brasileira, sementes, grãos e seus subprodutos estão sujeitos ao ataque de pragas, que causam perdas qualitativas e quantitativas, reduzindo os valores nutricionais e comerciais dos produtos (ALMEIDA, 2005). No Rio Grande do Sul o trigo representa uma parcela considerável na economia agrícola. Dentre as pragas que atacam os grãos de trigo armazenados, encontra-se o inseto *Sitophilus sp.* conhecido popularmente como gorgulho-do-trigo, este inseto é considerado uma praga primária, visto que danifica grãos sadios e intactos enquanto as larvas se alimentam em seu interior. Outra praga de grande relevância para o trigo armazenado é o besourinho-dos-cereais, *Rhyzopertha dominica*, este inseto é considerado a principal praga de trigo armazenado no Brasil, pois destrói consideravelmente os grãos deixando-os perfurados e produzindo grande quantidade de resíduos na forma de farinha. Algumas plantas possuem propriedades inseticidas, enquanto apresentam menor toxicidade para o homem e maior biodegradabilidade comparado aos inseticidas sintéticos. Tendo em vista o exposto, e considerando a lacuna ainda existente no que se refere a obtenção de um extrato vegetal atóxico com ação bioinseticida eficiente sobre duas das principais pragas de trigo armazenado, os insetos *Sitophilus sp.* e *Rhyzopertha dominica*, efetuamos inicialmente a coleta e o preparo de extratos hidroalcolóicos das folhas e caules de quatro plantas: *Eucalyptus* (eucalipto), *Cinnamomum zeylanicum* (caneleira), *Ocimum sp* (manjeriço ou alfavaca) e *Rosmarinus officinalis* (alecrim). Em um segundo momento, avaliamos os extratos vegetais preparados quanto ao potencial inseticida frente a populações de insetos adultos de *Sitophilus sp.* e *Rhyzopertha dominica*, empregando metodologia descrita na literatura. Cabe destacar que apesar das taxas de mortalidade observadas não serem elevadas conforme esperado, o desenvolvimento do projeto promoveu a inserção de alunos dos cursos superiores de Licenciatura em Química e Produção de Grãos na pesquisa científica, além de proporcionar crescimento intelectual aos envolvidos e construção coletiva de conhecimento. Este estudo teve o objetivo de avaliar a atividade bioinseticida de plantas (eucalipto, caneleira, manjeriço e alecrim) sobre populações de *Sitophilus sp.* e *Rhyzopertha dominica*.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram executados nos laboratórios de Química e de Grãos e

Sementes do Instituto Federal Farroupilha, Campus Panambi.

Inicialmente, as folhas e caules de cada vegetal foram separadamente submetidos a um processo de remoção de impurezas com água destilada e uma pré-secagem natural para evaporação do excesso de água por 24 horas e, em seguida, as partes das plantas foram secas em estufa a temperatura constante de 40 °C durante 48 h consecutivas. Então, os fragmentos vegetais foram resfriados até temperatura ambiente, triturados com um micromoinho até ficarem pulverizados, e estocados separadamente em frascos de vidro âmbar vedados e sob proteção da luz, a temperatura ambiente (ALMEIDA, 2004). Tendo em mãos o pó preparado, cada substrato vegetal foi submetido a um processo de maceração dinâmica a temperatura ambiente empregando como solvente a mistura hidroalcoólica na proporção de 70% de etanol (V:V) por um período de 24 horas. (NAVARRO, 2005). Para tanto, foram utilizados uma proporção de 100 g de material vegetal para cada 500 mL de solução de etanol e água destilada (GUIMARÃES, 2014). Após este processo, cada suspensão foi filtrada e concentrada em rotaevaporador com pressão reduzida e aquecimento de 40 °C. Em seguida, cada extrato concentrado foi dissolvido em água destilada e as soluções preparadas foram estocadas em frascos âmbar, seladas, refrigeradas a 10 °C e sob proteção da luz.

As soluções dos extratos vegetais e o controle (água destilada), foram aplicados de forma separada em populações de adultos de *Sitophilus sp.* e *Rhyzopertha dominica*. Para tanto, foi aplicado 1 ml de cada solução sobre um papel filtro que forrou uma placa de Petri com 10 cm de diâmetro e 2 cm de altura, como descrito por PRADO et al. (2013). Então, foram colocados 20 exemplares adultos para cada espécie (PEREIRA, 2006), em cada uma das placas de petri. Estas placas foram mantidas em câmaras do tipo BOD com temperatura de 27°C e umidade relativa de 70%. Nos períodos de 6, 24, 48 e 72 horas após a aplicação, o número de insetos mortos ou imobilizados foi contabilizado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Iniciamos nossos estudos com o pó de canela para, a partir dos resultados obtidos, avaliarmos as condições e aspectos a serem mudados na pesquisa objetivando um resultado eficaz e satisfatório. Na primeira extração, utilizamos 10 gramas da amostra para 35 mL de etanol e 15 mL de água. Após prepararmos essa mistura hidroalcoólica, submetemos o substrato a maceração dinâmica durante vinte quatro horas, sempre cuidando para proteger o substrato da luz evitando a degradação de compostos. Em seguida, filtramos a solução e obtivemos o substrato concentrado retirando o solvente com o uso de um rotaevaporador, tendo 2,4 g de substrato sólido e óleo. Na sequência, tentamos a diluição do substrato obtido em água, porém apenas o óleo diluiu sendo este a quantidade de 1,7 g em 10 mL de água, conseguindo assim uma concentração de 17%. Em continuidade, tentamos realizar o primeiro ensaio com

o extrato de canela, contudo não conseguimos nenhum resultado, pois apesar de fecharmos as placas, os insetos acabaram fugindo das placas e inviabilizando nosso teste. Esse problema foi contornado vedando as placas de petri com tecido tule e borracha/fita adesiva. Neste meio tempo o rotaevaporador do laboratório foi danificado inviabilizando a concentração dos substratos. Então, realizamos outros testes sem rotaevaporar as soluções e tivemos um ótimo resultado, entretanto descobrimos que na verdade o que estava causando a mortalidade dos insetos era o etanol e não o substrato como pretendíamos.

A fim de contornarmos o problema da toxicidade do etanol frente aos insetos utilizados no projeto, modificamos a nossa proposta preparando o substrato apenas com água. Para a realização deste teste, colocamos 10 gramas de todas as plantas pulverizadas para 75 mL de água destilada. Com os resultados obtidos, observamos que os nossos substratos preparados somente em água foram ineficazes para o controle dos insetos, possivelmente devido a não extração de compostos ativos pela água e/ou a concentração obtida tendo em vista que sem o rotaevaporador não podemos determinar a concentração dos substratos.

Na sequência, o rotaevaporador do instituto foi concertado e voltamos para a proposta inicial do projeto. Preparamos os substratos na proporção de 10 gramas de massa seca dos vegetais para 15 mL de água e 35 mL de etanol com maceração dinâmica por 24 horas. Em seguida, os substratos foram filtrados, concentrados e diluídos em água destilada para o preparo de 10 mL de solução total.

Tendo em mão as soluções dos quatro substratos em água, realizamos experimentos com exemplares de 20 insetos de *Ryzoperta Dominica* e 20 de *Sitophilus sp.* separadamente para cada substrato. Após avaliarmos os resultados, podemos observar que o eucalipto (85% de mortalidade) e a canela (55% de mortalidade) tiveram melhores resultados em um período de 72 horas de exposição dos insetos da espécie *Sitophilus sp.* Ainda, com exceção do substrato de manjeriço, os melhores resultados foram com a espécie *Sitophilus sp.* A partir do exposto, e seguindo o proposto inicialmente no projeto, planejamos a diluição dos substratos de eucalipto e canela, e os ensaios para verificar a mortalidade dos insetos em concentrações menores.

Com as soluções na concentração de 10% em água, podemos observar que o substrato de eucalipto resultou em 37% de mortalidade, e o de canela em 43% de mortalidade, após 72 horas para a espécie *Sitophilus sp.* Infelizmente, devido aos contratempos em relação ao equipamento de laboratório quebrado e a morte dos insetos usados para os ensaios, somado ainda ao término do tempo de execução do projeto, não foram efetuados mais testes.

CONCLUSÕES

Apesar das taxas de mortalidade dos insetos praga frente aos substratos vegetais atóxicos preparados em água observadas não serem elevadas como esperávamos,

termos contratempos inerentes da experimentação e a proposta inicial não ter sido executada integralmente, concluímos que nossos objetivos foram parcialmente alcançados com êxito.

Ainda, cabe efetuarmos futuramente mais diluições e testes dos substratos de canela e eucalipto frente aos insetos da espécie *Sitophilus sp.* que mostraram as melhores taxas de mortalidade. E, adicionalmente, há a possibilidade de utilizarmos plantas diferentes da mesma família destas que se destacaram e/ou outras espécies de insetos praga para cultura de trigo e/ou outro cultivar.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. de A. C.; et al. Emprego de Extratos Vegetais no Controle das Fases Imatura e Adulta do *Sitophilus zeamais*. *Agropecuária Técnica*, v. 26, n.1, p.46–53, 2005.

ALMEIDA, S. A. de; et al. Atividade Inseticida de Extratos Vegetais Sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE). *R. Bras. Agrociência*, v. 10, n. 1, p. 67-70, 2004.

GUIMARÃES, S. S.; et al. Ação repelente, inseticida e fagoicida de extratos de pimenta dedo-de-moça sobre o gorgulho do milho. *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, v.81, n.4, p. 322-328, 2014.

NAVARRO, D. Estudo Químico, Biológico e Farmacológico das espécies *Allamanda blanchetti* e *Allamanda schottii* na obtenção de moléculas bioativas de potencial terapêutico. Florianópolis: 2005, pag. 64.

PRADO, G.P. et al. *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) Susceptibility to *Cunila angustifolia* Essential Oil. *Journal of Medical Entomology*, 50(5): 1040-1045. 2013.

REES, D. P. Coleoptera. In: SUBRAMANYAN, B.; HAGSTRUM, D. W. *Integrated management of insects in stored products*. New York: Marcel Dekker, Inc., p.1-39. 1996.

WHITE, N. D. G.; LEESCH, J. G. Chemical control. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D. W. (eds.) *Integrated management of insects in stored products*. 287-330 New York: M. Dekker, 1996.

AVALIAÇÃO DA BIOSSORÇÃO EM ÁGUA PRODUZIDA A PARTIR DA FIBRA DE CANA-DE-AÇÚCAR

Luiz Antonio Barbalho Bisneto

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Natal – RN

Ana Júlia Miranda de Souza

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Natal – RN

Tatiane Pinheiro da Silva Bernardino

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Natal – RN

Fabíola Gomes de Carvalho

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Natal – RN

RESUMO: A água produzida, consiste no efluente gerado durante os processos de exploração e produção de petróleo. Devido a sua composição química apresentar elevados teores de sais, óleos dissolvidos, metais pesados e substância tóxicas é que seu reuso ou descarte não pode ser realizado sem um tratamento adequado. O presente estudo busca avaliar a capacidade de biossorção de elementos presentes em água produzida, utilizando fibra de bagaço de cana-de-açúcar como adsorvente, como uma alternativa para polimento e reuso deste efluente. A avaliação

foi realizada sob condições controladas em um experimento de biossorção com 400mg de fibra (H_2O destilada, HCl 0,01M e NaOH 0,01M), 60 minutos de agitação e 20ml de água de produção. Os parâmetros avaliados consistiram na determinação do pH, condutividade elétrica e teores de sódio e potássio trocáveis. De um modo geral, o processo de biossorção com fibras de cana de açúcar foi considerado eficiente para redução pH, CE, sódio e potássio resultando em um efluente com melhores características químicas, sendo passível seu uso em irrigação. **PALAVRAS-CHAVE:** Biossorção. Água Produzida. Fibra de cana-de-açúcar. Efluente de petróleo.

ABSTRACT: The produced water is an effluent generated during oil exploration and production processes. Due to their chemical composition with high values of salts and heavy metals and others toxic substances, like petroleum hydrocarbons, their reuse or disposal cannot be done without proper treatment. The present study seeks to evaluate the capacity of biosorption in produced water, using sugarcane fiber as an alternative to polishing and reuse of this effluent. This evaluation was performed under controlled conditions in a biosorption experiment with 400 mg of fiber (distilled H_2O , 0.01M HCl and 0.01M NaOH), in 60 minutes stirring and 20 ml of produced water. The pH,

electrical conductivity and exchangeable sodium and potassium was determined. In general the biosorption process with sugarcane fibers was efficient for the reduction of pH, electrical conductivity, sodium and potassium, resulting in an effluent with better chemical characteristics, and with that being possible to be used in irrigation.

KEYWORDS: Biosorption. Produced Water. Sugar cane. Oil.

1 | INTRODUÇÃO

O petróleo é uma substância conhecida desde a Antiguidade, porém, só no século XIX teve início sua utilização em uma escala maior, levando, conseqüentemente, a um aumento considerável da extração do óleo.

Na atualidade, o petróleo é grande fonte de poluição, devido à carência de tecnologias substitutivas ao mineral. De acordo com a *International Energy Agency* (IEA, 2017), a extração atingiu 4.448 megatoneladas no ano de 2016.

Tendo em mente que aspectos ambientais são as atividades, serviços e produtos que causem ou possam causar impactos ambientais, e também, sabendo-se que impactos ambientais podem ser definidos como qualquer alteração física, química e/ou biológica que afetem aos seres, ao ambiente e ao homem (GOMES, 2014) conclui-se que na indústria petrolífera há inúmeros impactos ambientais, desde o processo de extração até o destino final do produto. Os impactos presentes nas explorações de petróleo *onshore* (extração em área continental) são, principalmente, desmatamento das áreas exploradas, contaminação de corpos hídricos e do solo por óleo e efluentes, e, conseqüentemente, diminuição da biodiversidade. Enquanto nas explorações *offshore* (extração em alto-mar), os impactos consistem em contaminações do sedimento marinho e também dos organismos (GOMES, 2014, p. 16).

A água produzida (AP) é a água extraída durante a extração do petróleo, ela contém óleos, gases e minerais dissolvidos. Dentre os minerais estão metais pesados, tais como cobre, chumbo e cádmio, que podem causar impactos ao meio ambiente. Dessa forma, é imprescindível o tratamento da AP.

Para o tratamento deste efluente, é usual a adsorção, técnica onde se utiliza de superfícies de determinado material para aprisionar os contaminantes. Contudo, as indústrias buscam tecnologias que aliem eficiência, baixo custo financeiro e utilização de recursos renováveis, como as que se utilizam de diversas matérias-primas de origem vegetal como adsorvente, tais como algas (SILVA, 2010), casca de coco (PINO e TOREN, 2011) e bagaço de cana-de-açúcar, que apresentam resultados satisfatórios quanto a remoção de poluentes.

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), é uma planta da família *Poaceae* de origem asiática. Foi trazida para o Brasil no período colonial, no ano de 1533. Devido ao valor do açúcar na época, sua produção foi a grande responsável pela colonização do Brasil, e foi a principal atividade econômica nacional até o século XVIII. Atualmente,

o cultivo do vegetal é destinado, principalmente, a produção de açúcar e também de etanol.

A adsorção de efluentes utilizando biomassa se apresenta como promissor, pois, apesar de ser relativamente novo, já apresenta bons resultados, tanto pelo baixo custo quanto pela eficácia. Outrossim, a adsorção por biomassa apresenta maior viabilidade no Brasil, onde a agricultura é mais desenvolvida, o que gera maior disponibilidade de biomassa necessária à tecnologia.

Segundo Rodrigues (2010, p.13): “Os materiais mais empregados na adsorção de metais incluem algas, microrganismos, materiais compostados e materiais lignocelulósicos, tais como, bagaço de cana, casca de amendoim, de soja e de algodão”. Dentre as biomassas citadas a fibra de cana de açúcar merece destaque devido a sua eficiência e disponibilidade.

De acordo com SANTOS *et al* (2008), o bagaço é um bom adsorvente natural quando usado para tratamento de diferentes metais pesados, como cobre, cromo e chumbo. Porém, é necessário aprofundar as pesquisas com efluentes de composições diferentes, como a AP, onde há maior variedade de metais pesados contaminantes, além de apresentar, também, hidrocarbonetos em forma de óleos e gases dissolvidos na água extraída.

A busca por tecnologias que mitiguem os danos causados ao meio ambiente pela indústria do petróleo, é uma necessidade eminente para o desenvolvimento industrial, econômico e produção energética da sociedade.

Neste sentido é que esta pesquisa foi desenvolvida, buscando avaliar a capacidade de bioadsorção de elementos presentes em AP, a partir de biomassa adsorvente de bagaço de cana-de-açúcar para polimento e reuso desse efluente.

2 | METODOLOGIA

A pesquisa desenvolvida é caracterizada, quanto aos seus objetivos e procedimentos utilizados, respectivamente, como explicativa e experimental (GIL, 2008). Quanto aos seus objetivos é explicativa pois busca, através de experimentos realizados em laboratório, reconhecer e determinar os fatores necessários para que possa ocorrer fenômeno desejado ao fim dos experimentos.

E, finalmente, quanto aos procedimentos utilizados, foi definido o objeto de estudo, bem como foram elegidos os aspectos que poderiam influenciar no resultado desejado, sendo também determinado as formas de controle e observação dos experimentos. Sendo assim, de acordo com Gil (2008), essa pesquisa é caracterizada como experimental.

Os experimentos foram realizados nos Laboratórios de Análises de Solos e de Resíduos Sólidos e de Físico-Química, localizados na Diretoria Acadêmica de Recursos Naturais (DIAREN) do Campus Central do IFRN.

A primeira etapa da pesquisa consistiu no preparo prévio da fibra, em que o bagaço de cana-de-açúcar é desfiado manualmente e lavado, em seguida, foi lavado com detergente líquido neutro para retirada da sacarose. Logo após, a fibra foi colocada em estufa para remoção da umidade, com temperatura entre 30° C' e 35° C', por um período de 72 horas.

Após a secagem, a cana-de-açúcar foi triturada em moinho de facas e peneirada para padronização da fibra, para tal foram utilizadas peneiras com malhas de 2 mm e 1,18 mm. Em seguida, a fibra foi pesada e separada em 3 amostras de 35g cada, onde cada amostra estava destinada aos tratamentos de protonação com HCl, desprotonação com NaOH e o tratamento da fibra com H₂O, então passou à etapa da caracterização e experimentos em laboratório.

Protonação é uma reação química onde um próton (H⁺) faz ligação com um átomo, um íon ou uma molécula. Enquanto a desprotonação é a reação através da qual ocorre a perda de um próton. Para realizar estas reações, foram adicionadas soluções (ácida e alcalina), além de água destilada às amostras. A solução utilizada para protonação foi o ácido clorídrico (HCl 0,01 mol) e para desprotonação foi utilizado o hidróxido de sódio (NaOH 0,01 mol) e água destilada Tipo I (H₂O). As soluções receberam uma proporção de 1:20 (m:v).

Após os tratamentos, as fibras ficaram em estufa por 72 horas, a uma temperatura de 60°C para retirar umidade, em seguida foi feita a caracterização química. Foram analisados pH, condutividade elétrica (CE), além de extração de sódio (Na) e potássio (K) trocáveis determinados por fotometria de chama.

A metodologia, adaptada da EMBRAPA (2011), consistiu em pesar 1g das fibras tratadas com HCl 0,01M, NaOH 0,01M e H₂O, para em seguida adicionar 100 ml de água destilada fervida, assim foi determinado o valor de pH e CE em água sem CO₂. Foi utilizada proporção de 1:100 devido a fibra ser um material com alta capacidade absorvente. Para eliminação do CO₂ a água foi fervida e tampada para evitar a reação química de formação de HCO₃⁻. Após a mistura, a fibra foi agitada com bastão de vidro por 1 minuto e permaneceu em repouso durante 40 minutos. Ao fim desse tempo, retirou-se o sobrenadante com pipeta e foram verificados o pH e a CE das amostras.

Para quantificar os minerais dissolvidos na fibra, foi realizada a extração destes, utilizando solução extratora de mehlich 1, através de método adaptado da Embrapa (2011). Foram utilizadas 5 g da fibra e 150 ml de solução extratora e agitação por cinco minutos, a uma velocidade 150 rpm. Após agitação, as amostras ficaram em repouso 30 minutos, em seguida foram filtradas e refrigeradas até o momento das determinações de sódio e potássio.

Para a caracterização da água produzida (AP) foi utilizado o mesmo método adaptado de Embrapa (2011), onde inicialmente a água foi filtrada para remoção de sedimentos e óleos, seguindo-se as demais etapas adaptadas.

A avaliação foi realizada sob condições controladas, um ensaio inteiramente casualizado em um arranjo fatorial 3x3x2, onde foram combinados: 3 tratamentos da

fibra adsorvente (H_2O , NaOH e HCl); 3 quantidades do adsorvente (200, 300 e 400mg) e 2 tempos de contato (30 e 60 minutos) com 3 repetições, sob agitação constante de 150 RPM.

Após a agitação, os lixiviados foram filtrados em papel qualitativo, para remoção de fibras residuais. A partir dos lixiviados filtrados foi realizada a caracterização, a fim de serem determinados o pH, a CE e os teores de Na e K.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Individualmente, o pH é o parâmetro mais importante na biossorção, pois influencia a presença da carga negativa na superfície do material adsorvente para qualquer protonação dos sítios e desprotonação dos sais vinculados a solução de contato.

Foram caracterizadas como ácidas as fibras tratadas com HCl 0,01M e H_2O e como baixa acidez as fibras tratadas com NaOH 0,01M (Gráfico 1).



Gráfico 1 – pH das fibras após tratamento

Fonte: Autoria própria (2017).

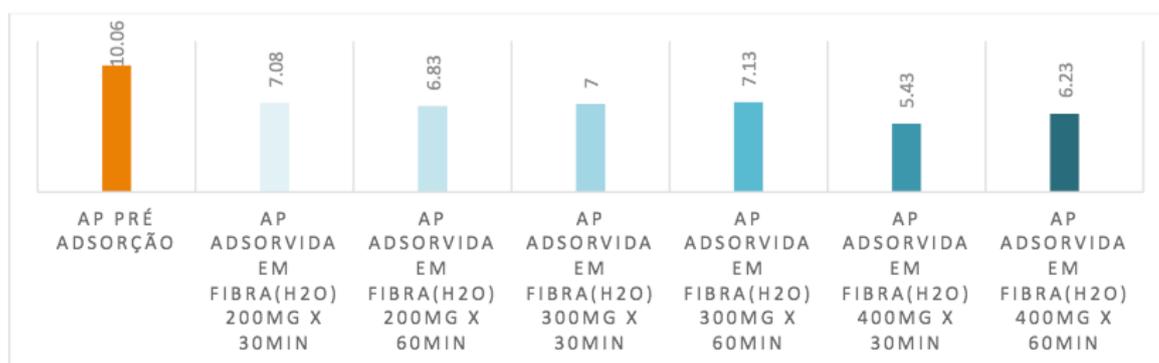


Gráfico 2 – Valor de pH da AP antes e após lixiviação em fibras tratadas com H_2O

Fonte: Autoria própria (2017).

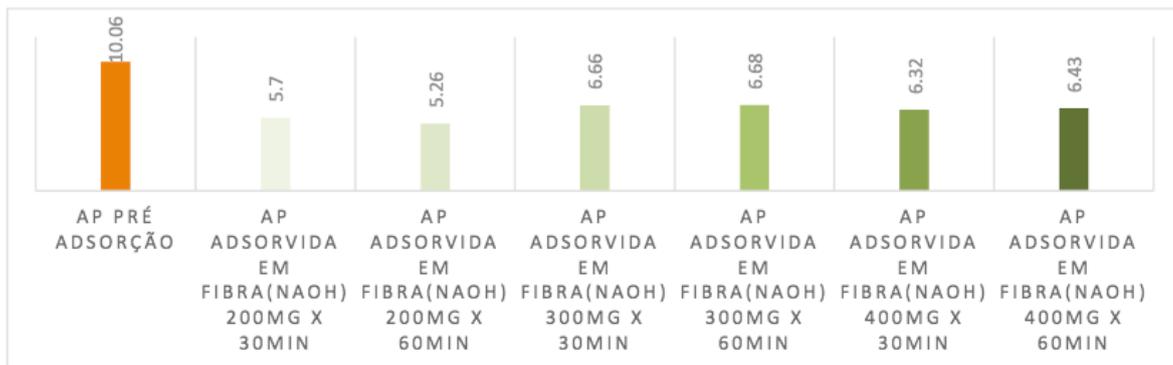


Gráfico 3 - Valor de pH da AP antes e após lixiviação em fibras tratadas com NaOH

Fonte: A autoria própria (2017).

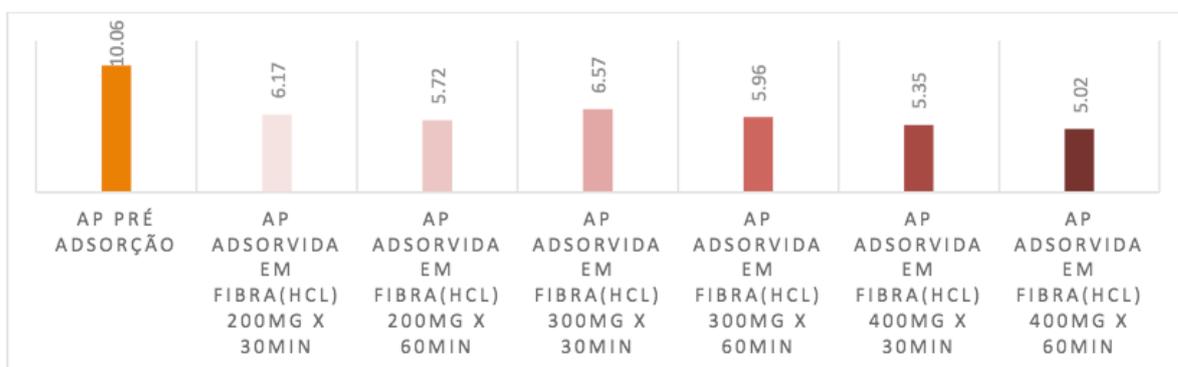


Gráfico 4 - Valor de pH da AP antes e após lixiviação em fibras tratadas com HCl

Fonte: A autoria própria (2017).

O pH da AP avaliada encontra-se extremamente alcalino, com valor de 10,06 (Gráfico 2). Este pH remete diretamente ao ambiente salino deste efluente, caracterizado pela elevadíssima CE de 111.2 mS/cm (Gráfico 6), que por sua vez resulta da elevada concentração de sais de Na e K presentes (Gráfico 10).

Ao final dos ensaios, o pH foi reduzido consideravelmente, sobretudo nas fibras protonadas, que apresentaram maior acidez, onde a redução variou entre 34,7% e 50% do valor de pH, com valores de 6,57 e 5,02, respectivamente. Em seguida, vieram as fibras tratadas com NaOH, com redução entre 33,6% e 47,7%, por fim, a fibra tratada com H₂O demonstrou a menor redução de pH, com diminuição entre 29% e 46% de valor deste parâmetro.

O pH é um fator que influencia na determinação da qualidade da água, e considerando o uso para irrigação, ela deve estar na faixa entre 6,5 e 8,4 (SILVA *et al*, 2011, p.10), sendo assim, a água após o tratamento com HCl, apenas uma amostra se enquadra como usual em irrigação, porém muito próximo do limite tolerável, pois com o pH baixo da água de irrigação haverá solubilização de metais fitotóxicos aos vegetais. Entretanto, ao manterem o pH dentro da faixa tolerável citada por SILVA *et al.*, (2011) os tratamentos com fibras tratadas com H₂O ou protonadas com NaOH

tornaram a água utilizável para este fim.

A análise de condutividade elétrica realizada nas fibras protonadas e não protonadas, revelou que apenas nas fibras tratadas com NaOH o valor de condutividade elétrica foi mais elevado ($178,85 \mu\text{S}/\text{cm}$) sendo este resultado coerente, pois as mesmas apresentam tendência a alcalinização, em virtude da presença do íon Na na desprotonação, o que favorece a solubilização de sais e conseqüentemente, contribui para o valor mais alto da condutividade elétrica observada (Gráfico 5).

A condutividade elétrica nas amostras tratadas com H_2O ou HCl apresentou valores mais baixos de CE, sendo $18,205$ e $32,895 \mu\text{S cm}^{-1}$, respectivamente para fibra não protonada (H_2O) e fibra protonada com HCl, corroborando com os dados de elevada acidez anteriormente determinados nestas amostras, os quais não contribuem para solubilização de sais, de forma a elevar a condutividade elétrica, tornando este parâmetro um reflexo direto do meio ácido desfavorável a solubilização dos sais, uma vez que condutividade elétrica consiste na capacidade que a água tem de conduzir correntes elétricas, e quanto maior seu valor, maior o número de íons nela dissolvidos.

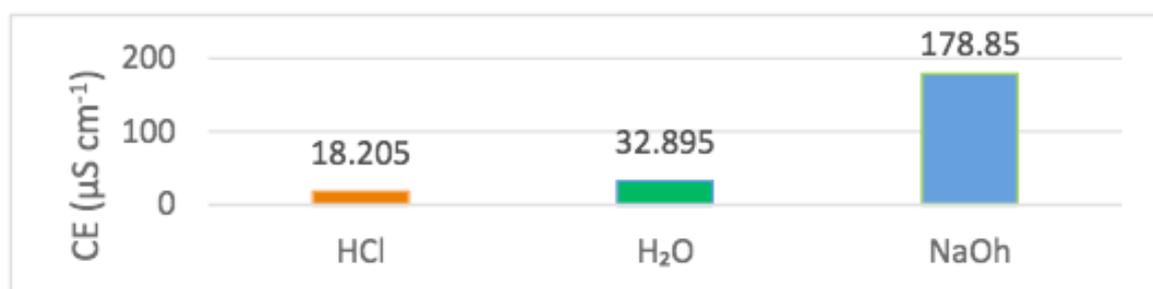


Gráfico 5 – Condutividade elétrica das fibras de cana de açúcar.

Fonte: Autoria própria (2017).

Conforme observado nos Gráficos 6, 7 e 8, a biossorção reduziu expressivamente a CE na AP ($11120 \mu\text{S cm}^{-1}$), sendo observado maior redução nas fibras protonadas, onde chegaram em alguns experimentos até $149,4 \mu\text{S cm}^{-1}$, já os valores obtidos com os tratamentos de H_2O , a CE foi reduzida a $166,8 \mu\text{S cm}^{-1}$, enquanto no tratamento por NaOH chegou até $245,6 \mu\text{S cm}^{-1}$. Os resultados oscilaram bastante conforme os tratamentos aplicados, as quantidades de fibra e tempo de agitação, entretanto as fibras tratadas com NaOH ficaram aquém, provavelmente devido a concentração de sódio nas fibras antes da lixiviação (Gráfico 9).



Gráfico 6 – Valor da CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$) da AP antes e após lixiviação em fibras tratadas com H_2O

Fonte: Autoria própria (2017).



Gráfico 7 – Valor da CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$) da AP antes e após lixiviação em fibras tratadas com NaOH

Fonte: Autoria própria (2017).

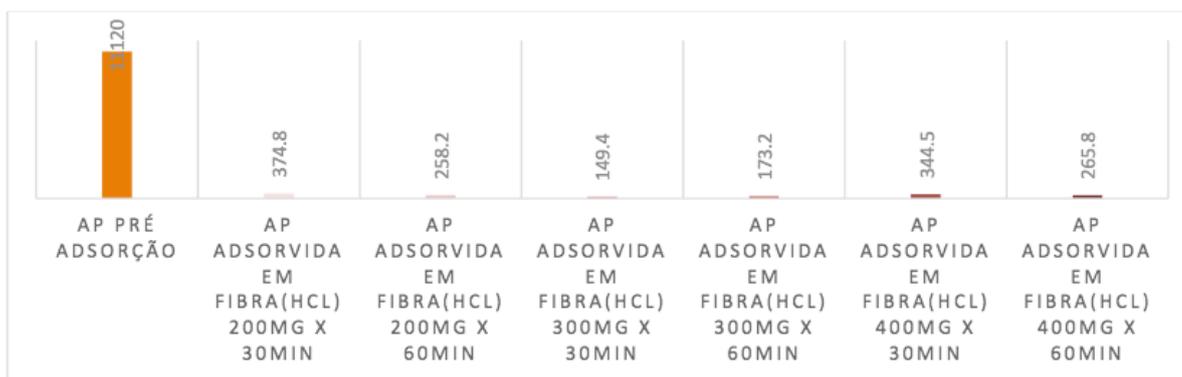


Gráfico 8 – Valor da CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$) da AP antes e após lixiviação em fibras tratadas com HCl

Fonte: Autoria própria (2017).

De acordo com Richards (1954, *apud* SILVA et al, 2011, p.13) as águas com CE até $250 \mu\text{S cm}^{-1}$ são classificadas como C_1 , de baixa salinidade, podendo ser utilizadas nas irrigações da maioria das culturas. Em determinadas amostras, a CE da AP ficou abaixo desse valor, sobretudo se lixiviadas em fibras tratadas com HCl (149,4), ideais para irrigação. Nos demais experimentos, a CE manteve-se acima da classificação

como irrigável.

De um modo geral, os maiores valores obtidos foram nas fibras tratadas com NaOH, chegando até $510,4 \mu\text{S cm}^{-1}$, já em H_2O , o valor máximo foi de 464,9, por fim, em HCl o máximo foi de 374,8, sendo classificadas como C_2 , isto é, água de média salinidade, sendo seu uso recomendado para cultura de vegetais que apresentem moderada tolerância a sais (RICHARDS, 1954, *apud* GHEYI, QUEIROZ e MEDEIROS, 1997, p. 161).

No geral, a determinação de Na e K nas fibras tratadas revelou que os teores de K sempre foram mais elevados que os de Na nas amostras protonadas com HCl ou tratadas com H_2O (Gráfico 9). Este comportamento de maior adsorção em meio ácido poderia ser atribuído em função do aumento do grau de protonação dos grupos hidroxilas das fibras de cana de açúcar.

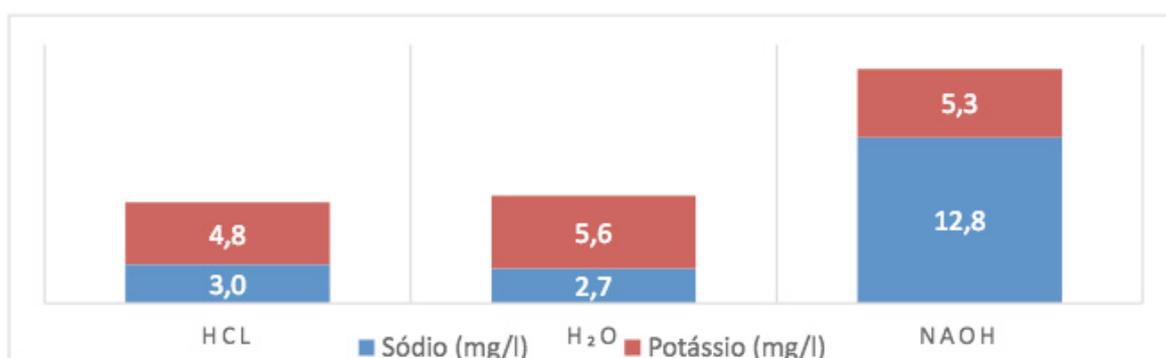


Gráfico 9 – Valores de sódio (Na) e potássio (K) das fibras de cana de açúcar.

Fonte: Autoria própria (2017).

Contudo, para as fibras tratadas com NaOH os resultados observados revelam que houve maior disponibilidade de Na trocável do que K. Os resultados apontam também que o teor de K, apesar de alto, não apresentou a mesma intensidade de interferência que os tratamentos de protonação provocaram quanto ao teor de Na.

Na adsorção do Na trocável da água produzida, o processo de biossorção proporcionou expressiva redução deste elemento, onde as fibras tratadas com HCl tiveram excelente adsorção (Gráfico 12).

O Na interfere na absorção de nutrientes no solo pelas plantas, sendo assim, em excesso é altamente nocivo ao desenvolvimento dos vegetais se dispostos em grandes quantidades no solo, além do problema de toxicidade, quando são absorvidas e acumuladas em excesso (SILVA *et al*, 2011, p.6).

O nível de K presente na água produzida foi reduzido substancialmente, sobretudo nas fibras tratadas com HCl, que reduziram em 95,4% a quantidade de K dissolvido, seguida da fibra tratada com NaOH, que reduziu em 95,1%, e, finalmente, a fibra tratada com H_2O reduziu em 94,9% o nível de K (Tabela 3).

“O potássio (K) contribui ligeiramente para a salinidade”. (SILVA *et al*, 2011). Normalmente ele é encontrado em proporções baixas em águas para irrigação, sendo

assim, para os níveis de K resultantes na água de produção tratada com as fibras protonadas com HCl e NaOH o reuso da AP após o polimento poderia ser indicada. As APs extraídas na região do RN já são utilizadas em experimentos de irrigação e viabilidade do uso na criação de peixes e cultura de vegetais com irrigação hidropônica (CARVALHO, 2011, p. 22).

Nos Gráficos 10, 11 e 12, logo abaixo, estão apresentados os resultados de Na e K (em mg/L) para os tratamentos de bioissorção e para AP.

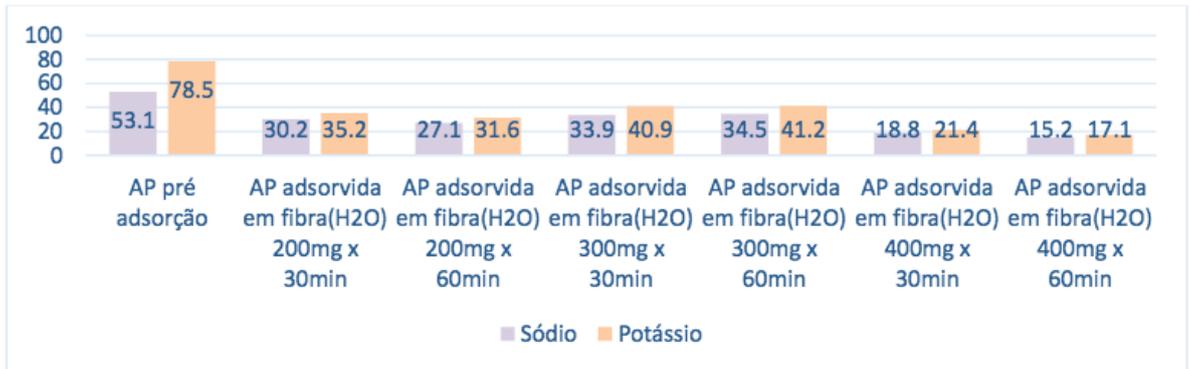


Gráfico 10 – Níveis de sódio e potássio (em mg/l) na AP antes e após lixiviação por H₂O

Fonte: Autoria própria (2017).

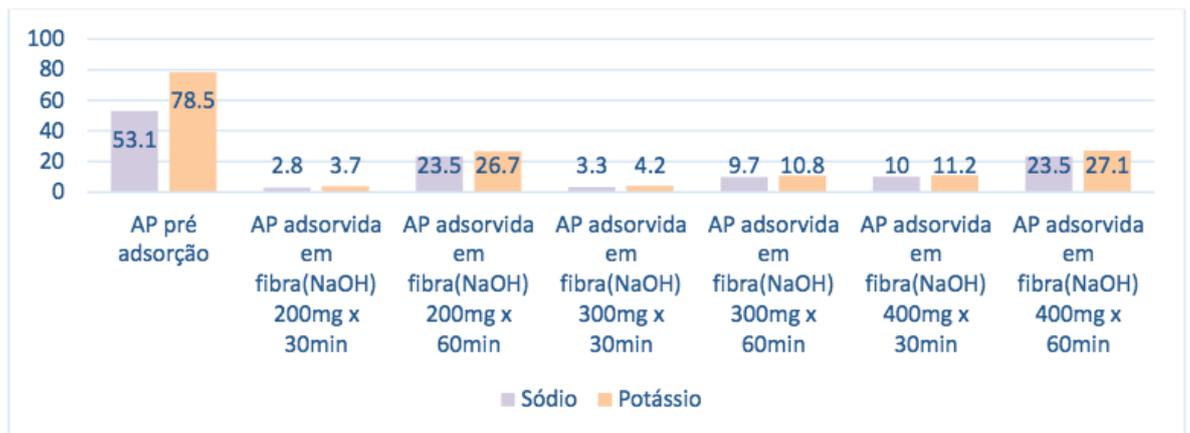


Gráfico 11 – Níveis de sódio e potássio (em mg/l) na AP antes e após lixiviação por NaOH

Fonte: Autoria própria (2017).



Gráfico 12 – Níveis de sódio e potássio (em mg/l) na AP antes e após lixiviação por HCl

Fonte: Autoria própria (2017).

Conforme tabelas 1, 2 e 3, as reduções nos teores de Na foram de 96,1 a 99,9% para as fibras protonadas, enquanto nas fibras desprotonadas, as reduções variaram entre 55,7% e 94,7%, já nas fibras tratadas com H₂O as reduções foram entre 35% a 71,4%. Os teores de K foram reduzidos significativamente: as fibras protonadas apresentaram melhores resultados, reduziram entre 97,2% e 97,9%, as fibras desprotonadas reduziram entre 66% e 95,3%. As fibras tratadas com H₂O reduziram entre 47,5% e 78,2%.

Tratamento	Redução de sódio	Redução de potássio
H ₂ O (Tipo I) 200mg x 30 min	43,1%	55,2%
H ₂ O (Tipo I) 200mg x 60 min	48,8%	59,7%
H ₂ O (Tipo I) 300mg x 30 min	36,2%	47,9%
H ₂ O (Tipo I) 300mg x 60 min	35%	47,5%
H ₂ O (Tipo I) 400 mg x 30 min	64,5%	72,7%
H ₂ O (Tipo I) 400 mg x 60 min	71,4%	78,2%

Tabela 1 – Eficiência de redução de sódio e potássio em fibras tratadas com H₂O
Fonte: Autoria própria (2017).

Tratamento	Redução de sódio	Redução de potássio
NaOH (0,01M) 200mg x 30 min	94,7%	95,3%
NaOH (0,01M) 200mg x 60 min	55,7%	66%
NaOH (0,01M) 300mg x 30 min	93,8%	94,6%
NaOH (0,01M) 300mg x 60 min	81,7%	86,2%
NaOH (0,01M) 400 mg x 30 min	81,1%	85,7%
NaOH (0,01M) 400 mg x 60 min	55,7%	65,4%

Tabela 2 – Eficiência de redução de sódio e potássio em fibras tratadas com NaOH
Fonte: Autoria própria (2017).

Tratamento	Redução de sódio	Redução de potássio
HCl (0,01M) 200mg x 30 min	97,9%	97,4%

HCl (0,01M) 200mg x 60 min	97,9%	97,7%
HCl (0,01M) 300mg x 30 min	96,1%	95,7%
HCl (0,01M) 300mg x 60 min	97,7%	97,3%
HCl (0,01M) 400 mg x 30 min	97,7%	97,2%
HCl (0,01M) 400 mg x 60 min	99,9%	97,9%

Tabela 3 – Eficiência de redução de sódio e potássio em fibras tratadas com HCl

Fonte: Autoria própria (2017).

A AP também pode ser disposta em águas superficiais, disposta em alto mar, ou reinjeção em poços subterrâneos (CARVALHO, 2011, p.24). Para disposição em águas superficiais e alto mar, é preciso avaliar o possível impacto, além de desenvolver um tratamento que atenda aos parâmetros necessários.

A disposição dessa água em águas superficiais ainda carece de mais pesquisas, com enfoque nos demais parâmetros necessários a essa conclusão.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, a biossorção com cana-de-açúcar foi considerado eficiente para redução de pH, CE, Na e K, resultando em um efluente com melhores características químicas, sendo passível seu uso em irrigação.

As fibras protonadas com HCl apresentam melhores resultados quanto aos objetivos propostos, reduzindo drasticamente os parâmetros analisados, porém, a acidez resultante na AP pode causar corrosividade de tubulações em sistemas de irrigação, além de solubilizar alguns elementos fitotóxicos, assim é necessária a correção de pH para viabilizar o uso de AP em irrigações.

O reuso da AP deve ser adotado, pois a escassez é um problema recorrente, porém a AP deve atender aos parâmetros para a sua destinação. Sendo assim, deve-se avaliar sua composição, pois além dos minerais, a AP contém diversos outros elementos em sua composição, que varia conforme seu local de origem, assim deve-se avaliar caso a caso.

Em virtude desta pesquisa ter caráter avaliativo restrito e considerando os excelentes resultados apresentados, recomenda-se que esse estudo inicial seja aprofundado em outras pesquisas, tendo em vista a complexidade da água produzida e as variações desta conforme a área onde é extraída, sobretudo se a destinação final da água produzida for o reuso em irrigação.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, Cristina de Araújo Puglia de. **Caracterização de água produzida na indústria de petróleo para fins de descarte e otimização do processo de separação de óleo/água**. 2011. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/15808>. Acesso em: 13 set. 2017.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Brasil). Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar. 2016. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_12_27_16_30_01_boletim_cana_portugues_-3o_lev_-_16-17.pdf Acesso em: 16 fev. 2017.
- COSTA, Wendell Lucas Silveira da; BOCCHI, Maria Lígia de Melo. Aplicações do bagaço da cana-de-açúcar utilizadas na atualidade. [2012]. Disponível em: <http://www.citec.fatecjab.edu.br/index.php/files/article/viewFile/21/22> Acesso em: 16 fev. 2017.
- DEORSOLA, Adriana Brigante. Influência dos cátions (sódio, potássio, cálcio e magnésio) no tratamento biológico de efluentes. 2006. Disponível em <http://portal.peq.coppe.ufrj.br/index.php/producao-academica/teses-de-doutorado/2006/254-influencia-dos-cations-sodio-potassio-calcio-e-magnesio-no-tratamento-de-efluentes/file> Acesso em: 10 set. 2017.
- EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo. 2. Ed. Rio de Janeiro: 2011.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> Acesso em: 12 set. 2016.
- GHEYI, Hans Haj; QUEIROZ, José Elenildo; MEDEIROS, José Francimar de. Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26., 1997, Campina Grande. **Anais...** . Campina Grande: Ufpb, 1997. v. 1, p. 1 – 383
- GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GOMES, Ana Paula Pereira. Gestão ambiental da água produzida na indústria do petróleo: melhores práticas e experiências internacionais. 2014. Disponível em <http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/jbmariano.pdf> Acesso em: 16 fev. 2017.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Oil information: overview. 2017. Disponível em: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/OilInformation2017Overview.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2017.
- MOREIRA, Danna Rodrigues. **Desenvolvimento de adsorventes naturais para tratamento de efluentes de galvanoplastia**. 2010. Disponível em: <http://tede2.pucrs.br/tede2/bitstream/tede/3158/1/424194.PDF> Acesso em: 16 fev. 2017.
- MOTTA, Albérico Ricardo Passos da *et al.* **Tratamento de água produzida de petróleo para remoção de óleo por processos de separação por membranas**: Revisão. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v18n1/a03v18n1.pdf> Acesso em: 16 fev. 2017.
- NOGUEIRA, Maria Aparecida Farias de Souza; GARCIA, Marli da Silva. **Gestão dos resíduos do setor industrial sucroenergético**: estudo de caso de uma usina no município de Rio Brilhante, Mato Grosso do Sul. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/download/10444/pdf> acesso em 16 fev. 2017.
- PETROBRAS. **Produção anual de petróleo no Brasil cresce 4,6% e ultrapassa nossa meta de 2015**. Disponível em: <http://www.petrobras.com.br/fatos-e-dados/producao-de-petroleo-anual-no-brasil-aumenta-4-6-e-supera-nossa-meta-de-2015.htm> Acesso em: 16 fev. 2017.

PINO, Gabriela Huaman; TOREM, Maurício Leonardo. **Aspectos fundamentais da bioissorção de metais não ferrosos**. 2011. Disponível em: <<http://www.tecnologiammm.com.br/files/v8n1/v8n1a10.pdf>> Acesso em: 16 fev. 2017.

SANTO, Carlos M.E. **A indústria de refinação de petróleo: características e tratamento das águas residuais**. [2008]. Disponível em: <<http://recil.grupolusofona.pt/bitstream/handle/10437/2853/A%20IND%C3%9ASTRIA%20DE%20REFINA%C3%87%C3%83O%20DE%20PETR%C3%93LEO.pdf?sequence=1>> Acesso em: 14 fev. 2017.

SANTOS, Vanessa Cristina Gonçalves do; FERRAREZI, José Gaspar; DRAGUNSKI, Douglas Cardoso. **Modificação química do bagaço de cana-de-açúcar para adsorção de chumbo e cromo**. [2008]. Disponível em: <<http://sec.s bq.org.br/cdrom/31ra/resumos/T1122-2.pdf>> Acesso em: 16 fev. 2017.

SILVA, Dayse Maria Sá da. **Estudo do processo adsorptivo de cádmio por algas arribadas**. 2010. Disponível em: http://repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/6131/arquivo158_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y Acesso em: 23 ago. 2017.

SILVA, Fabrícia de Castro; SILVA, Raquel do Nascimento; SILVA, Rosa Lina Gomes do Nascimento Pereira da. Avaliação do bagaço de cana de açúcar como adsorvente natural na remoção de corantes têxteis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 51., 2011, São Luís. **Anais...** . São Luís: UFPI, 2011. v. 1, p. 1 - 3. Disponível em: <http://leg.ufpi.br/20sic/Documentos/RESUMOS/Modalidade/Exatas/602d1305678a8d5fdb372271e980da6a.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2017.

SILVA, Ítalo Nunes; FONTES, Larissa de Oliveira; TAVELLA, Leonardo Barreto; OLIVEIRA, Joaquim Branco; OLIVEIRA, Alysson Cavalcante de. Qualidade de água na irrigação. **ACSA**. Patos, v. 7, n. 3, p. 1 – 15, set 2011. Disponível em: <http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/download/134/pdf>

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA CINÉTICA DE SECAGEM DE *Malus domestica* EM ESTUFA

Kátia Cristina Barbosa da Silva

Universidade Federal de Campina Grande
Sumé – PB

Maria Suenia Nunes de Moraes

Universidade Federal de Campina Grande
Sumé – PB

Camila Joyce Ferreira de Locio

Universidade Federal de Campina Grande
Sumé – PB

Luana Maria de Queiroz Silva

Universidade Federal de Campina Grande
Sumé – PB

Bruno Rafael Pereira Nunes

Universidade Federal de Campina Grande
Sumé – PB

RESUMO: O processo de secagem é uma técnica utilizada na conservação de produtos objetivando a manutenção de sua qualidade, aumentando assim sua vida útil. Dessa forma, a modelagem matemática vem sendo utilizada e despertando o interesse de inúmeros pesquisadores para os mais diversos produtos. Nesse sentido, objetivou-se analisar em diferentes temperaturas a cinética de secagem de maçã (*Malus domestica*), acondicionada em estufa durante um período de 10 horas. As temperaturas utilizadas foram de 40°C, 50°C e 60°C, da qual foram analisados parâmetros de umidade, sendo estes ajustados aos modelos

de Newton, Page, Henderson e Pabis e Logarítmico pelo coeficiente de determinação (R^2) e qui-quadrado reduzido (χ^2). O experimento foi realizado em triplicata a fim de minimizar a margem de erro, utilizando maçãs cortadas em rodela com 0,76 cm de espessura média e diâmetro médio de 5,2 cm. Os modelos propostos se ajustaram bem aos dados experimentais, porém o modelo Logarítmico apresentou um melhor resultado por apresentar maior valor de R^2 e menor valor de χ^2 , indicando que este modelo representa satisfatoriamente o fenômeno de secagem de maçã em estufa, para as condições estudadas. A secagem de maçã feito em estufa mostrou boa reprodução dos dados experimentais, sendo possível identificar que a aplicação de maiores temperaturas, para o mesmo tempo de processamento, pode gerar maior redução no teor de umidade das amostras. Para as temperaturas de 50 e 60°C, a umidade final foi de aproximadamente 4%, valor abaixo do limite máximo exigido pela ANVISA para armazenamento de produtos vegetais secos ou desidratados.

PALAVRAS-CHAVE: Conservação de alimentos, Modelos matemáticos, Secagem.

ABSTRACT: The drying process is a technique used in the conservation of products aimed at maintaining its quality, thus increasing its useful life. Thus, the mathematical modeling has been

used and arousing the interest of countless researchers for the most diverse products. In this sense, the objective was to analyze at different temperatures the drying kinetics of Apple (*Malus domestica*), packaged in a greenhouse for a period of 10 hours. The temperatures used were 40 ° C, 50 ° C and 60 ° C, from which moisture parameters were analyzed, which were adjusted to Newton, Page, Henderson and Pabis and logarithmic models by the coefficient of determination (R^2) and reduced Chi square (χ^2). The experiment was carried out in triplicate in order to minimize the margin of error, using apples cut in slices with 0.76 cm of medium thickness and average diameter of 5.2 cm. The proposed models adjusted well to the experimental data, but the logarithmic model presented a better result for presenting higher value of R^2 and lower value of χ^2 , indicating that this model satisfactorily represents the phenomenon of drying apple in Greenhouse, for the conditions studied. The drying of Apple made in greenhouse showed good reproduction of the experimental data, being possible to identify that the application of higher temperatures, for the same processing time, can generate a greater reduction in the moisture content of the samples. For temperatures of 50 and 60 ° C, the final moisture was approximately 4%, value below the maximum limit required by ANVISA for storage of dry or dehydrated plant products.

KEYWORDS: Food conservation, Mathematical models, drying.

1 | INTRODUÇÃO

A maçã é um fruto que apresenta altos teores de carboidratos, potássio, vitamina A, B e C, podendo ser consumida *in natura* ou processada (SILVA et al. 2009). O Brasil ocupa o posto de 11º produtor de maçãs (*Malus domestica Borkh*), com uma produção anual, para safra de 2014, estimada em 1.378.617 toneladas do fruto. Sua produção concentra-se principalmente na região Sul do país, destacando os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (DE MARTIN et al. 2017).

Um dos componentes em maior abundância nas frutas é a água, tornando-as assim altamente perecíveis. De acordo com Alves et al. (2011) há uma estimativa de que 40% da produção seja inutilizada entre a colheita no campo até a chegada ao consumidor, devido a forma de armazenamento. Em todas as fases de seu processamento, os alimentos estão suscetíveis a processos deteriorantes e de contaminação, ocasionadas principalmente por microrganismos, enzimas e reações do oxigênio com o ar, modificando suas estruturas primárias (NESPOLO, 2015)

A secagem vem nos proporcionar uma mudança nesse cenário. Segundo Oliveira (2014), a secagem tem capacidade de aumentar o tempo de consumo da fruta como produto acabado, além de poder contribuir com a redução das perdas em decorrência da deterioração permitindo o transporte e armazenamento a um custo relativamente mais baixo.

Nos últimos anos, as frutas desidratadas vêm ganhando uma maior visibilidade no mercado, gerando uma vasta expansão de sua comercialização, principalmente em

lojas de produtos naturais, além da sua utilização em barras nutritivas (COSMO et al. 2017).

A qualidade desses produtos sofre influência de variáveis como tempo, temperatura, velocidade do ar e os teores de umidade do produto e do ar utilizado na secagem. Uma forma de prever o nível de umidade no produto é relacioná-la ao tempo de desidratação, criando as curvas de cinética e em seguida realizar o ajuste dos dados a modelos matemáticos, que se tornam ferramentas indispensáveis para as tomadas de decisão visando à melhoria da eficiência do processo. As informações geradas durante o ajuste também podem ser utilizadas no desenvolvimento de equipamentos e para predição de tempos de secagem. Os modelos matemáticos de Newton, Page, Henderson e Pabis e Logarítmico são largamente adotados em processos de secagem (SANTOS JR. et al. 2018).

1.1 Fundamentação Teórica

Por ser uma grande fonte de nutrientes, vitaminas e sais minerais essenciais na dieta dos seres humanos, as frutas apresentam grande importância alimentar. Segundo Negri (2016), elas fornecem além dos nutrientes, sabores acentuados, elevados teores de fibra, água e compostos antioxidantes, contribuindo de maneira benéfica para saúde da população.

De acordo com Lima (2017), a maçã (*Malus domestica*) é uma fruta originária da árvore *Pyrusmalus*, gerada na região do Cáucaso, encontra-se entre os quatro frutos mais consumidos no mundo, sua estrutura sofre transformações bioquímicas durante seu amadurecimento, além de ser uma fruta possível de ser desidratada, pois possui boa textura, alto teor de açúcares e de acidez. É uma fruta rica em fenóis, substâncias pécticas e celulose, que juntamente com a lignina constituem a fibra (PETRI E LEITE, 2008).

Com o decorrer dos anos, para melhorar a qualidade e o rendimento dos produtos alimentares tem sido ampliado o desenvolvimento de técnicas e estudos relativos aos processos armazenamento e conservação de alimentos. A associação de operações e processos adequados durante o processamento pode garantir a manutenção de suas qualidades no produto (DIONELLO et al. 2009).

Um dos métodos amplamente aplicados é o de secagem ou desidratação, que é uma técnica na qual parte da água que compõe a fruta é removida por mecanismos de transferência de massa e de calor, simultaneamente. A redução do teor de água inibe, entre outros, a contaminação microbiológica e reações de escurecimento no produto final (SANTOS Jr. et al. 2018).

Nespolo (2015) define secagem como um processo que proporciona à retirada da água, com a concentração de teor de açúcar presente e à acentuação do sabor e da cor. Podem-se ressaltar alguns benefícios da produção de frutas desidratadas, como o controle do crescimento de microrganismos indesejáveis, a facilidade de transporte, manuseio e o grande tempo de prateleira, tornando essa técnica uma alternativa para

a solução dos problemas de perda e contaminação.

Uma forma de prever o nível de umidade do produto é realizar o ajuste dos dados cinéticos a modelos matemáticos, podendo ser teóricos, semi-teóricos ou empíricos, e que se tornam ferramentas úteis para as tomadas de decisão e para a melhoria da eficiência do processo, (FERNANDES et al. 2018).

De acordo com Silveira (2017), no que diz respeito à cinética de secagem, a literatura dispõe de diversas abordagens de modelos com aplicações em diversas áreas da ciência e da engenharia. Para cada modelo, as caracterizações dos parâmetros da cinética de secagem são determinadas por meio da formulação e resolução de um problema de otimização, baseado na obtenção dos melhores parâmetros que possa diminuir o somatório dos desvios quadráticos entre o modelo proposto e os pontos experimentais.

Gomes et al. (2015), afirma que muitos autores analisam o processo de cinética de secagem e demonstram que a equação de Fick: $J = -DdC/dx$, apresenta grandes limitações, tanto pela necessidade de um grande número de termos quanto por não representar os dados experimentais em trechos das curvas, sendo sugerido a utilização do modelo de Page para os processos de secagem de frutas.

Os modelos matemáticos de Lewis, de Page, de Thompson, de Midilli Modificado, de Verma, de Resíduos Sucessivos e de Henderson e Pabis modificado são utilizados para descrever o estudo da cinética de secagem (CARDOSO, 2017 apud ALVES et al. 2011) os quais são baseados na Lei de Newton para resfriamento, aplicada à transferência de massa. No entanto, “esta lei é aplicada apenas em condições isotérmicas e a resistência à transferência de umidade ocorre apenas na superfície do produto” (PANCHARIYA; POPOVIC; SHARMA, 2002). Dos modelos empíricos utilizados por meio da simplificação das séries da Segunda Lei de Fick os modelos de Henderson e Pabis são os mais utilizados e apresentam os melhores resultados tanto para produtos vegetais quanto animais (CARDOSO, 2017 apud ALVES et al. 2011).

Dentro desse contexto e conhecendo a relevância atual da comercialização de frutas desidratadas, objetivou-se descrever a cinética do processo secagem da maçã (*Malus domestica Borkh*) em estufa para as temperaturas de 40, 50 e 60°C, além de ajustar diferentes modelos matemáticos aos dados experimentais.

2 | METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Biologia Celular e Molecular do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), na cidade de Sumé-PB.

Inicialmente as amostras foram adquiridas no comércio local, higienizadas em água corrente, descascadas, cortadas em rodela de aproximadamente 0,76 cm de espessura e diâmetro médio de 5,2 cm, e divididas em duas amostras, conforme a

Figura 1.



Figura 1: amostras de maçãs higienizadas, cortadas em rodellas nas devidas proporções e adicionadas em placas de petri, em triplicata, antes do processo de secagem.

Fonte: o autor.

O estudo cinético, para as três temperaturas estudadas, foi realizado em dias diferentes. As massas das amostras foram determinadas em balança analítica (AUY220), sendo que no dia em que se aplicou 40 °C a temperatura e umidade relativa ambiente média foram 26°C e 71%, respectivamente (THE WEATHERCHANNEL, 2018). No dia em que se aplicaram as temperaturas de 50 °C e 60°C foram verificadas temperatura e umidade relativa ambiente média de 22°C e 37%, respectivamente (THE WEATHERCHANNEL, 2018).

Após a determinação das massas, as amostras foram acondicionadas em estufa (MICROPROCESSADA DE CULTURA E BACTERIO, MODELO Q316M5 SEL. AUT. 110/220), permanecendo no equipamento por um período de 10 horas.

Durante este período foram realizadas dez (10) pesagens em intervalos de dez minutos, treze (13) pesagens em intervalos de vinte minutos, uma (1) pesagem em intervalo de sessenta minutos, três (3) pesagens em intervalos de trinta minutos, uma (1) pesagem em intervalo de cinquenta minutos e por fim, uma (1) pesagem em intervalo de dez minutos.

Com base nos dados obtidos por meio da pesagem das amostras nos tempos pré-estabelecidos, foi realizada a análise do comportamento cinético, os cálculos da umidade em base úmida (X_{bu}) e em base seca (X_{bs}) e do parâmetro adimensional razão de teor de água (RX), aplicando as Equações (1), (2) e (3), conforme método descrito por Menezes et al. (2013) e Martins et al. (2016), respectivamente.

$$X_{bs} = \frac{m_i - m_e}{m_e} \quad \text{Equação (1)}$$

$$X_{bu} = \frac{m_i - m_e}{m_i} \quad \text{Equação (2)}$$

$$RX = \frac{x_{bs} - x_e}{x_{bs,0} - x_e} \quad \text{Equação (3)}$$

Em que: m_i = massa no tempo i ; m_e = massa no equilíbrio; x_e = umidade de equilíbrio; $x_{bs,0}$ = umidade inicial;

O ajuste dos dados aos modelos matemáticos (Tabela 1) de Newton, Page,

Henderson e Pabis e Logarítmico pelo coeficiente de determinação (R^2) e qui-quadrado reduzido (χ^2), foi realizado com auxílio do software Origin 2017®. O parâmetro k é o coeficiente de secagem (s^{-1}), que representa o efeito das condições externas da operação sobre as amostras. Os coeficientes, a , b e n são parâmetros adimensionais. “ a ” e “ n ” nos modelos de Henderson & Pabis e Page, refletem a extensão da resistência interna do produto as condições empregadas (CABRAL FILHA et. al. 2016).

MODELO	EQUAÇÃO	REFERÊNCIA
Newton	$RX=e^{-kt}$	O'callaghan et al. (1971)
Page	$RX=e^{-kt^n}$	Page (1949)
Henderson e Pabis	$RX=a \cdot e^{-kt}$	Henderson E Pabis (1962)
Logarítmico	$RX=a \cdot e^{-kt+b}$	Yagcioglu et al. (1999)

Tabela 1: Modelos de regressão não-linear aplicados à curva de secagem de maçã (*Malus domestica Borkh*), em estufa.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras de maçã *in natura* apresentaram um conteúdo de umidade em base úmida em torno de $73,73 \pm 0,0073\%$. Após a aplicação do processo de secagem, devido a remoção de água, houve redução das dimensões das rodelas do fruto, como pode ser visto na Figura 2, em comparação com a Figura 1. Percebe-se que tanto o diâmetro, como a espessura são menores do que nas amostras *in natura*.

Como foram coletados dados durante todo o período de aplicação de secagem, foi possível avaliar o comportamento da umidade em base seca em função do tempo, para as três temperaturas em estudo. A Figura 3 apresenta o comportamento cinético do processo de secagem da maçã em estufa a 40, 50 e 60°C.



Figura 2: Amostras de maçãs após secagem em estufa

Fonte: o autor.

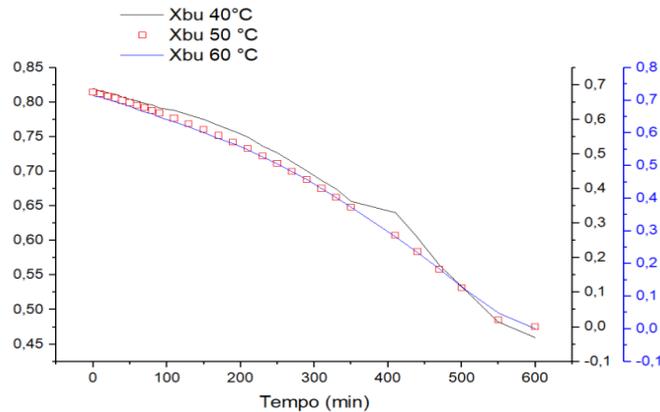


Figura 3: Comportamento da umidade (Xbu) em função do tempo (min), na secagem de maçã em estufa a 40 (a), 50 (b) e 60°C (c).

Na Figura 3 observa-se que houve a redução do teor de umidade das amostras, para todas as temperaturas, em função do tempo. A redução pode ser explicada pela remoção de água presente na maçã, sendo esta remoção causada pelas transferências de calor e de massa que ocorrem na superfície do material, por vaporização, e do interior para superfície, principalmente por difusão, devido às condições no interior da estufa. Também é possível fazer um comparativo do comportamento para as temperaturas de 40, 50 e 60°C. Nota-se que na temperatura de 40°C, obteve-se uma redução relativamente baixa em comparação as outras duas, na qual se verifica que mesmo o tempo de secagem sendo o mesmo, o teor de umidade final, encontra-se em torno de 45%. Santos Jr. et al. (2018) observaram que o período de massa constante na secagem de maçã Fuji foi alcançado em um tempo menor quando se utiliza uma temperatura maior. Amaral (2014), mostram que o uso de temperaturas altas provoca aumento na taxa de secagem da maçã, ou seja, um determinado valor de umidade pode ser alcançado em menor tempo quanto maior foi a temperatura utilizada no processo. Martins et al. (2016), analisando a influência da temperatura sobre o tempo de secagem da acerola, verificaram que a variação da temperatura de 50°C para 70°C, reduziu o tempo de secagem de 720 minutos para 540 minutos.

Ao observar as curvas relativas a 50 e 60 °C é possível constatar que o aumento da temperatura, mantendo o tempo de processamento fixo, proporciona uma maior redução da umidade, sendo alcançados, para as duas condições, valores muito próximos, em torno de 4%. A umidade de produtos vegetais secos ou desidratados para armazenagem deve ser de no máximo 12%, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2005). O resultado apresentado na secagem realizada em estufa, aplicando as temperaturas de 50 e 60°C, se encontram de acordo com essa especificação.

A Figura 4 apresenta as curvas de secagem obtidas pela conversão dos dados referentes à perda de água no parâmetro adimensional razão de teor de água (RX)

ajustado aos modelos matemáticos de Newton, Page, Henderson & Pabis e Logarítmico, para as temperaturas de 40, 50 e 60 °C.

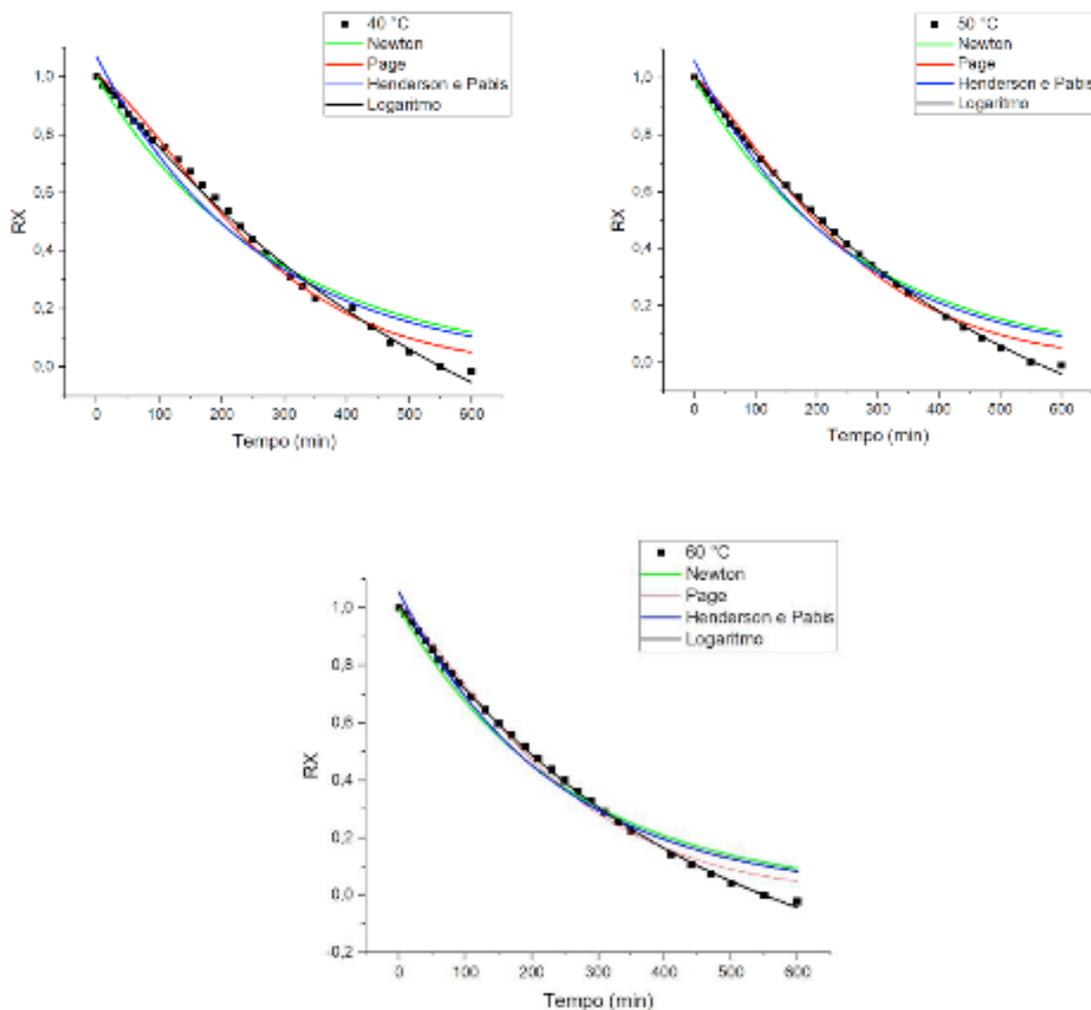


Figura 4: Comportamento da Razão de secagem (RX) de maçã em estufa, em função do tempo (min), com ajuste pelos modelos de Newton, Page, Henderson & Pabis e Logarítmico para as temperaturas de 40, 50 e 60°C.

Observa-se que nas condições estudadas, os dados de razão de secagem, em função do tempo, se ajustaram bem aos modelos propostos, ou seja, apresentaram bom ajuste aos dados experimentais. Os valores dos parâmetros dos modelos de Newton, Page, Henderson & Pabis e Logarítmico, ajustados aos dados experimentais, com os correspondentes valores dos coeficientes de determinação (R^2) e qui-quadrados reduzidos (χ^2), para as três temperaturas aplicadas, estão apresentados na Tabela 2.

TEMPERATURA		40 °C				
MODELO	PARÂMETROS					
	A	K	b	n	R ²	χ ²
Newton		0,0035			0,952	0,004
Page		3,9x10 ⁻⁴		1,394	0,991	0,001
Henderson e Pabis	1,0689	0,0038			0,967	0,004
Logarítmico	-0,7115	0,0016	1,724		0,997	3,7x10 ⁻⁴
TEMPERATURA		50 °C				
MODELO	PARÂMETROS					
	A	K	b	n	R ²	χ ²
Newton		0,0037			0,971	0,003
Page		7,1x10 ⁻⁴		1,301	0,993	7,8x10 ⁻⁴
Henderson e Pabis	1,0601	0,0040			0,978	0,002
Logarítmico	-0,4724	0,0020	1,482		0,999	5,7x10 ⁻⁵
TEMPERATURA		60 °C				
MODELO	PARÂMETROS					
	A	k	b	n	R ²	χ ²
Newton		0,0039			0,974	0,003
Page		9,1x10 ⁻⁴		1,266	0,992	8,6x10 ⁻⁴
Henderson e Pabis	1,0566	0,0042			0,980	0,002
Logarítmico	-0,3883	0,0023	1,397		0,999	5,0x10 ⁻⁵

Tabela 2: Modelos de regressão não-linear aplicados à curva de secagem de maçã (*Malus domestica* Borkh), em estufa, a 40, 50 e 60°C.

Todos os modelos matemáticos se ajustaram bem aos dados experimentais, sendo que o modelo Logarítmico apresentou o melhor ajuste diante os dados obtidos, ou seja, melhor ajuste entre os quatro modelos testados por apresentar maior valor de R² e menor valor de χ², sendo assim, considerado o mais indicado para descrever a secagem de maçã em estufa, para as temperaturas apresentadas. Resultados semelhantes a esse foram encontrados por Pontes (2009), em seu trabalho, no qual foi realizada determinação das curvas de secagem em camada delgada de pimenta de cheiro (*Capsicum chinense*) a diferentes temperaturas, onde foi possível observar que os modelos que mais se ajustaram foram o de Logarítmico e Page, os quais também apresentam coeficiente de determinação superior a 0,99.

Observa-se também uma tendência de aumento no valor do parâmetro “k” em resposta a elevação da temperatura para todos os modelos testados (Tabela 2). Esta constante está relacionada à difusividade térmica no processo de secagem (GUPTA et al. 2015), onde seu comportamento ganha sentido pois o aumento da temperatura fornece maior quantidade de energia na forma de calor, o que faz com que as maçãs se ajustem mais rapidamente à temperatura ao seu entorno por chegar à umidade de equilíbrio em menor tempo que no uso de temperaturas mais baixas.

4 | CONCLUSÃO

A secagem de maçã por meio de estufa mostrou boa reprodução dos dados experimentais, sendo possível concluir que a aplicação de maiores temperaturas, para o mesmo tempo de processamento, pode gerar maior redução no teor de umidade das amostras. Para as temperaturas de 50 e 60°C, a umidade final foi de aproximadamente 4%, valor abaixo do limite máximo exigido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária

(ANVISA) para armazenamento de produtos vegetais secos ou desidratados. Através dos resultados obtidos, verificou-se também que todos os modelos matemáticos se ajustaram de maneira satisfatória as curvas obtidas, a partir dos dados experimentais, entretanto, o modelo Logarítmico foi o que melhor se adequou para descrever a cinética de secagem da maçã em estufa, nas condições aplicadas, por apresentar maior valor de coeficiente de determinação (99,70%) para a temperatura de 40°C e (99,99%) para as temperaturas de 50 e 60°C, e menor valor de qui-quadrado reduzido, todos menores $3,8 \times 10^{-4}$.

REFERÊNCIAS

ALVES, F. M. S.; et al., **Alimentos produzidos a partir de farinhas de caju, obtidas por secagem**. Revista Verde de Agroecologia e desenvolvimento Sustentável. Mossoró-RV, v.6, n.3, p131-138, 2011.

AMARAL, A. P. C., (2014). **Estudo Da Secagem De Maçãs: Utilização De Pré-Tratamentos**. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto de Ciência E Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

ANVISA. **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC** nº 272 de 22/09/2005. ANVISA. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/legislacao#/visualizar/27633>.

CABRAL, F. M. C. S.; Araújo, S. C.; Silva, G. M. S; Canuto, M. F. C. S.; Martins, G. M. V. **Thin layer drying kinetics of guava (Psidium Guajava L.) waste**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. Pombal-PB, v. 11, n 4, p. 99-104, 2016.

CARDOSO, Ila Raquel Mello et al. **ANÁLISE DA CINÉTICA E MODELAGEM MATEMÁTICA DA SECAGEM DA POLPA DE BURITI (MAURITIA FLEXUOSA L) (ANALYSIS KINETICS AND MATHEMATICAL MODELS OF THE BURITI'S PULP DRYING)**. Engevista, v. 19, n. 5, p. 1188-1197, 2017.

COSMO, B.M.N. et al. **PRODUÇÃO DE FRUTAS DESIDRATADAS: ESTADO ATUAL, PROCEDIMENTOS E PERSPECTIVAS FUTURAS**. Fortaleza, p.1-26, 2017.

DE MARTIN, Mariuccia Schlichting et al. **BALANÇO NUTRICIONAL DE FRUTOS DE MACIEIRA AO LONGO DO DESENVOLVIMENTO**. 14ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa-congrega urcamp-2017, p. 836-847, 2017.

FERNANDES, A. I.; DE LÓCIO, C. J. F.; DE MORAIS, M. S. N.; NUNES, B. R. P. **ANÁLISE DA CINÉTICA DE SECAGEM DE *Mallus domestica* EM ESTUFA**. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC. Maceió – Alagoas, 2018.

GOMES, I.A.; MEDEIROS, P.G.P.; GRILO, M.B.; **Secador Solar de Frutas: Análise de Dois Sistemas**. Campina Grande-PB, 2015. Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica.

GUPTA, Shilpi; COX, Sabrina; ABU-GHANNAM, Nissreen. **Effect of different drying temperatures on the moisture and phytochemical constituents of edible brown seaweed**. LWT-Food Science and Technology, v. 44, n. 5, p. 1266-1272, 2011.

LIMA, Maria Gabriela. **Estudo de um pré-tratamento ao processo de secagem convencional por desidratação osmótica, no âmbito da valorização de maçã de baixo calibre**. 2017. Tese de Doutorado.

LUCAS, R.F. **PRODUÇÃO NACIONAL DE MAÇÃS**. Disponível em :<<http://www.revistacampoenegocios.com.br/producao-nacional-de-macas/>> Acesso em: 25 Set. 2018.

MARTINS, G.M.V.; Alves, F.M.S.; Sousa, S. de.; Canuto, M.F.S.C.; Cartaxo Neta, A. M.A. **Cinética de Secagem da Acerola (Malpighia Emarginata D.C.) pelo Método Foam** – Mat. Congresso Brasileiro de Engenharia Química. Fortaleza, CE. 2016.

NEGRI, T. C. **Valor nutricional de frutas nativas e exóticas do Brasil**. 2016. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/biosaude/article/view/27615/20445>> Acessado em 08 de outubro de 2018.

NESPOLO, C. R.; OLIVEIRA, F.A.; PINTO, F. S.T.; OLIVEIRA, F.C. 2015. **Práticas em tecnologia de alimentos**. Porto Alegre: Artmed.

OLIVEIRA, F. I. P. **Influência do pré-tratamento ultrassom e desidratação osmótica na secagem, cor, textura e enzimas do mamão formosa**. 2014. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/11031/1/2015_tese_fipoliveira.pdf> Acesso em 08 de outubro.

PANCHARIYA, P. C.; POPOVIC, D.; SHARMA, A. L. **Thin-layer modeling of black teadry in process**. *Journal of Food Engineering*, 2002.

PETRI, J. L.; LEITE, G. B. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 4 p. 857- 1166. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rbf/v30n4/en_a02v30n4.pdf, acessado em Junho de 2016. Jaboticabal, Brasil, 2008.

PONTES, Sylvania Farias Oliveira et al. **Determinação das curvas de secagem em camada delgada de pimenta de cheiro (Capsicum chinense) a diferentes temperaturas**. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v. 11, n. 2, p. 143-148, 2009.

SANTOS JR, H. C. M.; Rocha, A. A.; Neto, M. A. B.; Reis, L. C. C.; Chaves, M. A. **Influence of Temperature on Fuji Apple Drying Kinetics**. IV Congresso Mineiro de Engenharia de Alimentos. 2018.

SILVA, A. S., MELO, K. S., ALVES, N. M. C., FERNANDES, T. K. S., & FARIAS, P. A. (2009). **Cinética de secagem em camada fina da banana maçã em secador de leito fixo**. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 11 (2), 129-136.

SILVEIRA, Gustavo Saraiva; LOBATO, Fran Sérgio. **Estimação de parâmetros em Equações Constitutivas para a determinação da cinética de secagem da maçã usando Otimização Robusta e o Algoritmo de Evolução Diferencial (2017)**.

The Weather Channel. Disponível em: <<https://weather.com/pt-BR/clima/hoje//BRXX3637:1:BR>>. Acesso em 18 de setembro de 2018.

AVALIAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA DE NÉCTAR DE GOIABA (*Psidium guajava*, L.) ADICIONADO DE SORO DE LEITE

Maiara Magna Almeida da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE,
Limoeiro do Norte-CE

Auriana de Assis Regis

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE,
Limoeiro do Norte-CE

Ravena Kilvia Oliveira Aguiar

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE,
Limoeiro do Norte-CE

Pahlevi Augusto de Souza

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte-IFRN, Currais Novos

Ariosvana Fernandes Lima

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE,
Limoeiro do Norte

Zulene Lima de Oliveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE,
Limoeiro do Norte-CE

Elisabeth Mariano Batista

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE,
Limoeiro do Norte-CE

avaliar a vida de prateleira do néctar de goiaba adicionado de soro de leite como substituto parcial da água da formulação. Foram elaboradas três formulações: F0 sem adição de soro de leite, F1 com 30% de soro de leite e F2 com 60% de soro de leite. As formulações foram caracterizadas através das análises físico-químicas (acidez, sólidos solúveis, pH e proteínas), microbiológicas (coliformes totais, aeróbios mesófilos, *Salmonella* sp. e bolores e leveduras) e sensoriais (aceitação, índice de aceitabilidade e intenção de compra). Os néctares apresentaram uma ótima estabilidade durante o armazenamento e a adição de soro de leite contribuiu para o enriquecimento dos néctares tornando-os uma bebida funcional de qualidade que apresentou boa aceitabilidade pelos consumidores.

PALAVRAS-CHAVE: Aceitabilidade, armazenamento, consumidores, bebida funcional.

ABSTRAT : The objective of this research was to evaluate the shelf life of guava nectar added with whey as a partial substitute for the water of the formulation. Three formulations were elaborated: F0 without addition of whey, F1 with 30% of whey and F2 with 60% of whey. The formulations were characterized by physical-chemical analyzes (acidity, soluble solids, pH and proteins), microbiological (total coliforms,

RESUMO: Objetivou-se com esta pesquisa

mesophilic aerobes, Salmonella sp. And molds and yeasts) and sensorial (acceptance, acceptability index and purchase intention). The nectars presented an excellent stability during the storage and that the addition of whey contributed to the enrichment of the nectars making them a quality functional drink that presented good acceptability by the consumers.

KEYWORDS: Acceptability, storage, consumers, functional drink.

1 | INTRODUÇÃO

A vida de prateleira de um alimento pode ser definida como o período de tempo dentro do qual o alimento é seguro para o consumo e/ou apresenta aceitável para os consumidores. Vários fatores são capazes de influenciar a qualidade de um alimento processado durante a vida de prateleira. Esses fatores estão relacionados às condições de processamento, temperatura, tipo e propriedades das embalagens, propriedades físico-químicas e tempo de armazenamento.

Para a obtenção de um alimento seguro é indispensável o emprego correto das boas práticas de fabricação, minimizando assim os riscos de contaminação do produto e maximizando a vida útil do produto.

O soro de leite é o subproduto da indústria de queijo e de caseína. Pode ser definido como a parte líquida, de cor amarelo-esverdeado, resultante da coagulação do leite por ácido ou por enzimas proteolíticas (HOMEM, 2004).

Em virtude do grande volume de soro gerado pela indústria, seu alto poder poluente e sua rica composição nutricional, o soro tornou-se um subproduto de relevante importância na indústria de alimentos e vários estudos relacionados à sua utilização têm sido desenvolvidos. A utilização do soro de leite na elaboração de néctar constitui para agregar-lhe valor e é uma das alternativas mais simples e atrativa para o aproveitamento deste subproduto, tendo em vista que existe a possibilidade de uso de equipamentos previamente disponíveis nas indústrias de laticínios.

O destino final do soro de queijo é um dos problemas enfrentados pela maioria das indústrias de laticínios, principalmente as de pequeno e médio porte que, em geral, não dispõem de tecnologias para processá-lo, e os despejam diretamente nos rios ou lagos (REGIS, 2007).

O soro de leite contém quantidade elevada de substâncias orgânicas, principalmente lactose e proteínas, por este motivo o mesmo possui uma Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO elevada, ficando entre 30.000 a 60.000 mg de oxigênio por litro, conforme Andrade e Martins (2002); e que, dependendo do processo empregado na elaboração do queijo, exige uma quantidade de oxigênio presente em 4.500 litros de água para despoluí-lo (MIZUBUTI, 1994). Esse valor é cem vezes maior do que o de um esgoto doméstico, e pode causar a destruição da fauna e da flora (MOREIRA et al., 2010).

O consumo de néctares vem aumentando em todo o mundo, devido a vários

aspectos, como a busca pela saúde, preocupação com o consumo de alimentos saudáveis, praticidade oferecida pelos produtos, substituição ao consumo de bebidas carbonatadas e valor nutritivo (CIPOLLA, 2002)

O consumo per capita de bebidas de frutas prontas para o consumo atingiu 6,6 litros, assumindo importância na economia do país, devido ao elevado consumo propiciado pelo clima tropical predominante, onde as pessoas deixam de beber apenas água e passam a consumir outros produtos de maior valor agregado (ABIR, 2014).

A goiaba (*Psidium guajava*, L) é originária da região tropical das Américas, foi disseminada para as diferentes regiões do mundo (Lemos et al, 1995) e constitui-se em uma das mais importantes matérias prima para as indústrias de sucos, polpas e néctares. Tem grande aceitação no mercado, sendo considerada uma das melhores fontes de vitamina C, apresentando conteúdo de ácido ascórbico variando de 55 a 1.044 mg de ácido ascórbico por 100g de polpa, de acordo com a cultivar, local e manejo (Carvalho, 1994).

Objetivou-se avaliar a vida de prateleira dos néctares de goiaba adicionados de soro de leite com o intuito de verificar sua estabilidade, visando à manutenção das características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais do produto durante o armazenamento.

2 | METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada nos laboratórios de Leite e Derivados, Química, Microbiologia e Sensorial de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFCE Campus Limoeiro do Norte, no período de agosto de 2016 a julho de 2017.

As formulações dos néctares de goiaba adicionados de soro de leite foram elaboradas na Planta Piloto de Leite e derivados. Inicialmente realizou-se as análises físico-químicas do soro de leite: pH, acidez titulável e proteínas e polpa de goiaba: pH, acidez titulável e sólidos solúveis. As análises seguirão a metodologia do IAL (2008).

Para elaboração dos néctares foram adquiridas no comércio local as seguintes matérias-primas: polpa de goiaba, açúcar refinado e água mineral. O soro de leite fluído foi fornecido por um laticínio também localizado no município de Limoeiro do Norte-CE. O Mix utilizado foi o Mix S (mistura dos conservantes benzoato de sódio e sorbato de potássio e dos estabilizantes goma xantana e citrato de sódio) de uma empresa localizada na cidade de Fortaleza-CE.

Elaborou-se três formulações de néctares: F0 (sem adição de soro de leite), F1 com 30% de soro de leite e F2 com 60% de soro de leite) conforme mostra a Tabela 1.

Ingredientes	Formulações		
	F0 (0%)	F1 (30%)	F2 (60%)
Polpa de goiaba	35	35	35
Açúcar	7	7	7
Água	57,75	40,43	23,10
Soro de leite	-	17,32	34,65
*Mix S	0,25	0,25	0,25
Total	100	100	100

Tabela 1 - Formulação dos néctares de goiaba adicionados de soro de leite.

*(Conservantes INS 211 – Benzoato de sódio e INS 202 – Sorbato de potássio) e estabilizantes (INS 415 - Goma xantana e INS 331 – Citrato de sódio). Fonte: Elaborado pela autora.

Após o descongelamento da polpa em refrigeração, filtrou-se em filtro de algodão e pasteurizou-se a 70° C durante 5 minutos com a finalidade de inativar as enzimas e reduzir a possível carga microbiana.

Logo após, corrigiu-se o pH da polpa com adição de citrato de sódio até atingir pH 4,6 com a finalidade de evitar a desnaturação protéica do soro quando o mesmo for submetido ao tratamento térmico em meio ácido.

Em seguida, todos os ingredientes foram pesados em balança digital: polpa de goiaba, soro de leite fluído, açúcar refinado, água e o Mix S (mistura de conservantes e estabilizantes).

Após a dissolução dos ingredientes secos em soro de leite a 50°C, os mesmos foram homogeneizados por agitação manual em panela de aço inox e envasados em garrafas de vidro de 500 mL, previamente esterilizadas a 100°C durante 30 minutos. Logo após, fechou-se as garrafas com tampas plásticas rosqueáveis de cor branca e os mesmos foram submetidos à pasteurização lenta a 70°C durante 15 minutos e resfriados a 25°C em água clorada a 100ppm e armazenados sob refrigeração a 4°C até o momento da realização das análises microbiológicas, físico-químicas e sensoriais. A Figura 1 apresenta o fluxo de processo de elaboração dos néctares de goiaba adicionados de soro de leite.



1 – Filtração da polpa



2 – Pasteurização-polpa



3 - Correção do pH



4 – Pesagem



5 – Homogeneização



6 – Envase



7 – Fechamento



8 – Pasteurização



9 – Resfriamento



10 – Armazenamento

Figura 1. Fluxograma do processamento dos néctares, IFCE, Limoeiro do Norte, 2017.

Os néctares foram avaliados através das análises físico-químicas de pH, acidez titulável, sólidos solúveis, ratio, açúcares totais, vitamina C e proteínas; análises microbiológicas: coliformes totais, aeróbios mesófilos, *Salmonella* sp. e bolores e leveduras; e análises sensoriais: teste de aceitação e intenção de compra. As análises ocorreram a cada sete dias conforme os seguintes tempos: 0, 7, 14, 21 e 28 dias de armazenamento.

A determinação do potencial hidrogeniônico foi realizada através de leitura em potenciômetro eletrônico sob agitação calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0 de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz, 2008.

A acidez titulável foi determinada por titulação volumétrica com solução de NaOH 0,1 M. Aproximadamente 5g da polpa foram diluídos em 50mL de água destilada. Foram utilizadas 3 gotas de fenolftaleína a 1% como indicador. A solução de NaOH 0,1 M foi adicionada lentamente até a mudança de cor para levemente róseo. Os resultados foram expressos em gramas de ácido predominante.100g⁻¹ da polpa (ácido cítrico) e do soro (ácido láctico) de acordo com IAL, (2008).

Os Sólidos solúveis foram determinados através da leitura dos graus °Brix em refratômetro de bancada (marca *Kross* e modelo *A. Kruss Optronic*) compensando-se a leitura para 20°C, a amostra foi filtrada em papel de filtro e foram colocadas duas gotas sobre a lente do refratômetro para a posterior leitura (IAL, 2008). O ratio foi obtido pela relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável.

Os açúcares totais foram determinados pelo método Antrona (9, 10-dihidro-9-oxoanthracena, Sigma), utilizou-se alíquota específica para cada estágio de maturação e em seguida os tubos foram agitados e levados para banho-maria a 100°C por 8 minutos. As leituras foram feitas em espectrofotômetro a 620nm. Os resultados serão expressos em percentagem de glicose conforme metodologia descrita por Yemn e Willis (1954).

O teor de vitamina C foi determinado pelo método colorimétrico com solução DFI (2,6 diclorofenolindofenol (0,02%) até coloração rósea clara permanente descrita por

Stroehcker e Henning (1967). Os resultados foram expressos em miligramas de ácido ascórbico em 100 g de polpa.

A análise de proteína foi determinada pelo teor de nitrogênio total, através da destilação em aparelho *microKjeldahl* (Marca marqlabor). A conversão do teor de nitrogênio amoniacal em proteína foi realizada através da multiplicação do valor por 6,25 (N x 6,25 para a FO- formulação controle) e 6,38 (N x 6,38 para as formulações F1, F2 e F3), conforme o (IAL, 2008).

Desenvolveu-se as análises microbiológicas de coliformes totais, aeróbios mesófilos, *Salmonella* sp., bolores e leveduras nos néctares seguindo a metodologia do SIQUEIRA, (1995).

Aplicou-se análise estatística de variância, ANOVA, nos resultados obtidos nas análises físico-químicos e microbiológicos dos néctares, com o objetivo de saber se existe, ou não, preferência ou rejeição significativa entre as amostras, e o teste de teste de Tukey a 5% para comparação das médias (DUTCOSKI, 2013).

As análises sensoriais realizadas foram teste de aceitação por meio da escala hedônica e Intenção de compra entre 120 provadores não treinados, que avaliaram as amostra da esquerda para a direita. As amostras foram analisadas em relação aos atributos de aroma, cor, sabor e aparência global.

A escala hedônica de nove pontos sendo 1 = desgostei muitíssimo e 9 = gostei muitíssimo. A intenção de compra foi avaliada através da escala estruturada de cinco pontos variando entre os termos: 5 – “certamente comprariam” e 1 - “certamente não compraria” (DUTCOSKI, 2013).

O delineamento empregado foi o inteiramente casualizado (DIC), com 3 tratamentos (F0, F1 e F2) com 8 repetições de 1 garrafa por parcela. Aplicou-se análise de variância, ANOVA, onde as médias foram comparadas através do teste de Tukey ao nível de 5% de significância, utilizando o programa Assistat versão 7.7 beta (SILVA, 2014).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que o teor de acidez total em ácido cítrico do tratamento F2 apresentou um leve aumento em relação ao tempo avaliado, que variaram entre 0,23 e 0,27g/100g ácido cítrico. Os resultados apresentaram-se dentro dos padrões estipulados pela legislação vigente, INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 12, DE 4 DE SETEMBRO DE 2003, que determina para o néctar de goiaba o valor mínimo de 0,10 g/100g.

De acordo com a Tabela 2, percebeu-se que não ocorreram variações significativas nos tratamentos F0 e F1 em relação aos tempos estudados. Rocha, Pimenta e Perreira (2013) avaliando as características de qualidade de néctares de goiaba *light* de diferentes marcas comercializadas em Lavras-MG, encontraram valores que variaram entre 0,35 e 0,48 g/100g.

	T0 (0 dias)	T1(7 dias)	T2 (14 dias)	T3 (21 dias)	T4 (28 dias)
F0	0,21 ± 0,000	0,21 ± 0,005	0,21 ± 0,005	0,21 ± 0,005	0,21 ± 0,005
F1	0,21 ± 0,000	0,21 ± 0,000	0,21 ± 0,005	0,22 ± 0,000	0,22 ± 0,005
F2	0,23 ± 0,005	0,24 ± 0,005	0,24 ± 0,023	0,27 ± 0,000	0,27 ± 0,005

Tabela 2. Valores médios e desvio padrão do teor de acidez total em ácido cítrico g/100g dos néctares de goiaba durante o armazenamento sobre refrigeração (4°C).

Fonte: Elaborado pela Autora.

Quanto à análise de sólidos solúveis, os resultados apresentados (Tabela 3) também se enquadraram aos padrões estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária E Abastecimento – MAPA, que para néctar de goiaba define o valor mínimo de 10,00 °Brix, a 20°C (BRASIL 2003).

	T0	T1	T2	T3	T4
F0	11,3 ± 0,05	11,3 ± 0,05	11,3 ± 0,00	11,4 ± 0,00	11,3 ± 0,00
F1	11,9 ± 0,00	12,2 ± 0,00	12,2 ± 0,00	12,2 ± 0,05	12,1 ± 0,00
F2	13,4 ± 0,05	13,6 ± 0,05	13,5 ± 0,05	13,5 ± 0,10	13,4 ± 0,05

Tabela 3. Valores médios e desvio padrão da análise de sólidos solúveis em °Brix, a 20°C dos néctares de goiaba durante o armazenamento sobre refrigeração (4°C).

Fonte: Elaborado pela Autora.

Os valores de pH encontrados durante o armazenamento do néctar de goiaba (Tabela 4), apresentaram uma diminuição gradual nos três tratamentos. Embora tenha sido apresentada uma leve oscilação dos resultados, essa variação não é significativa, comprovando assim a estabilidade do néctar durante o período avaliado.

Resultados inferiores ao presente trabalho foram detectados por Almeida (2014), quando avaliando néctares comercializados em supermercados de Campina Grande-PB, obteve valores de PH que variaram entre 3,45 e 3,59. O MAPA, não estabelece padrão para este parâmetro (BRASIL, 2003).

	T0	T1	T2	T3	T4
F0	4,51 ± 0,005	4,45 ± 0,005	4,42 ± 0,000	4,40 ± 0005	4,39 ± 0,020
F1	4,64 ± 0,000	4,63 ± 0,012	4,61 ± 0,000	4,57 ± 0,000	4,51 ± 0,005
F2	4,93 ± 0,005	4,90 ± 0,000	4,90 ± 0,005	4,88 ± 0,005	4,86 ± 0,005

Tabela 4. Valores médios e desvio padrão do teor de pH dos néctares de goiaba durante o armazenamento sobre refrigeração (4°C).

Fonte: Elaborado pela Autora.

O teor de proteína expressos na Tabela 5, apresentaram-se distintos, tendo um aumento deste macronutriente em decorrência da maior concentração de soro

adicionado a bebida. O tratamento F2 apresentou maior concentração de proteína em virtude de ser a amostra com maior quantidade de soro, 60%.

	T0	T1	T2	T3	T4
F0	0,22 ± 0,01	0,23 ± 0,01	0,23 ± 0,01	0,24 ± 0,01	0,24 ± 0,01
F1	0,37 ± 0,0	0,38 ± 0,01	0,38 ± 0,01	0,39 ± 0,06	0,39 ± 0,01
F2	0,56 ± 0,03	0,55 ± 0,02	0,56 ± 0,02	0,57 ± 0,02	0,58 ± 0,01

Tabela 5. Valores médios e desvio padrão do teor de proteína dos néctares de goiaba durante o armazenamento sobre refrigeração (4°C).

Fonte: Elaborado pela Autora.

Em relação à estabilidade microbiológica, constatou-se que, durante todo o período de estudo os tratamentos F0, F1 e F2 apresentaram ausência de *salmonella* sp., em 100% das amostras. Quanto à análise de coliformes totais, todos os resultados, em todos os períodos analisados apresentaram resultado inferior a três < 3 UFC/g (Unidade formadora de colônia). Os resultados de bolores e leveduras encontrados apresentaram valores mínimos, inferiores a dez UFC (< 10 UFC/g), sendo quantidades muito baixas desses microrganismos.

Quanto à aceitabilidade sensorial, observou-se que o tratamento F1 apresentou maior aceitação em relação aos demais tratamentos; quanto aos atributos aroma, sabor e aparência global conforme mostra a Tabela 6. Quanto ao atributo cor, verificou-se que não ocorreu diferença significativa; embora, F0 apresentou maior resultado. O tratamento F2 não apresentou diferença significativa em todos os atributos, exceto cor, indicando a rejeição pelos provadores desta formulação. O tratamento F1 também manteve-se com a melhor aceitação em relação à intenção de compra, sendo classificado entre os “scores” tenho dúvida (3) e certamente compraria (4). Os resultados da intenção de compra, conforme a Tabela 6 apresentou diferença significativa quanto o tratamento F2, que apresentou média de 2,95. Este resultado condiz com sua baixa aceitabilidade em relação aos atributos sensoriais avaliados.

Tratamentos	Aroma	Cor	Sabor	Aparência global	Intenção de Compra
F0	6,75 ^a	7,20 ^a	6,47 ^a	6,93 ^a	3,58 ^a
F1	7,09 ^a	7,17 ^a	6,51 ^a	7,05 ^a	3,60 ^a
F2	6,25 ^b	6,86 ^a	5,52 ^b	6,37 ^b	2,95 ^b

Tabela 6. Médias da aceitação dos atributos e intenção de compra das formulações de néctar de goiaba com adição de soro de leite. IFCE. Limoeiro do Norte-CE, 2017.

Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si estatisticamente ($p > 0,05$) teste de Tukey. Fonte: Elaborado pela Autora.

4 | CONCLUSÃO

Concluiu-se que o soro de leite adicionado ao néctar elevou o índice proteico da bebida, agregando-lhe valor.

Os néctares apresentaram um ótima estabilidade durante o armazenamento, indicando que o produto foi processado sob boas práticas de fabricação.

O aproveitamento do soro de leite é uma ótima alternativa para os pequenos e médios laticínios e demais indústrias alimentícias, pois agrega valor ao produto e minimiza os impactos ambientais.

REFERÊNCIAS

ABIR - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE REFRIGERANTES E DE BEBIDAS NÃO ALCOÓLICAS. **Produção de néctar**. Disponível em: <<http://abir.org.br/tags/producao-de-nectar>> Acesso em: 06 de Dez de 2014.

ALMEIDA, M. C. Avaliação dos néctares comercializados em supermercados da cidade de Campina Grande – PB. 10 de dezembro de 2014. p 39. Trabalho de Conclusão de Curso Química Industrial. Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande – PB. 10 de dezembro de 2014. < <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/9310>> Data de acesso: 14 de junho de 2017.

ANDRADE, R. L. P de; MARTINS, J.F.P. Influencia da adicao da fecula de Batata- Doce (*Ipomoea batatas L.*) sobre a viscosidade do permeado de soro de queijo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, p. 249-253, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n.12, de 4 de setembro de 2003. **Regulamento técnico ara fixação dos padrões de identidade e qualidade gerais para suco tropical e de outras providencias**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, ed. n. 174. P. 1-21.

CARVALHO, V.D. Qualidade e conservação pós-colheita de goiabas. Informe Agropecuário, Belo Horizonte-MG, v.17, n.179, p.48-54, 1994.

CIPOLLA, L. E; NEVES, M. F.; AMARAL, T. M do Mercado brasileiro de alimentos líquidos nos anos 90 e perspectivas futuras. **Revista Técnico Científica de Citricultura**, Cordeirópolis, v.23, n.2, p.281-305, 2002.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Universitária Champagnat, 4 ed. Curitiba, 531 p. 2013.

HOMEM, G. R. **Avaliação Técnico-Econômica e Análise Locacional de Unidade Processadora de Soro de Queijo em Minas Gerais**. Viçosa, 2004. 254p. Tese de Doutorado em Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Viçosa – UFV.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: IAL, 2008. 1020p. Janeiro: EMBRAPA-CTAA. 159p, 1995.

MIZUBUTI, I.Y. Soro de Leite: Composição. Processamento e Utilizacao na Alimentacao. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 15, p. 80-94, 1994.

MOREIRA, R.W.M. et al. Avaliacao Sensorial e Reologica de uma Bebida Achocolatada Elaborada a Partir de Extrato Hidrossolúvel de Soja e Soro de Queijo. **Acta Scientiarum Technology**, v. 32, p. 435-438, 2010.

REGIS, A. A. Aproveitamento do soro de queijo coalho no município de Jaguaribe-CE. 2007. 67f.

Monografia (Especialização em Ciências de Alimentos). Universidade Estadual do Ceará, UECE. Fortaleza-Ceará, 2007.

REGIS, A. A. Aproveitamento do soro de queijo coalho no município de Jaguaribe-CE. 2007. 67f. **Monografia** (Especialização em Ciências de Alimentos). Universidade Estadual do Ceará, UECE. Fortaleza-Ceará, 2007.

Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial. Ponta Grossa – Paraná. v.7, n. 01, p. 911-921, 2013. < <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/view/1000/947>> Data de acesso: 14de junho de 2017.

ROCHA, L.O.F.; PIMENTA, C.J.; PEREIRA, P.A.P. Avaliação das características de qualidade de néctares de goiaba light de diferentes marcas comercializadas em lavras/mg.

SILVA, F. de A. S. **ASSISTAT versão 7.7 beta 2014**. Assistência Estatística, Departamento de Engenharia Agrícola do CTRN. Universidade Federal de Campina Grande-PB, Brasil.

SIQUEIRA, R. S. **Manual de microbiologia de alimentos**. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos. Brasília: EMBRAPA-SPI; Rio de YEMN, E. W. & WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, London, 57:508-14, 1954.

AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA BIOMASSA FRESCA PRODUZIDA PELAS LEGUMINOSAS COMO ADUBOS VERDES

Gabriel Menezes Ferreira

Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do
Pará.
Castanhal-Pará

Antonio Tassio Oliveira de Souza;

Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do
Pará.
Castanhal-Pará

Alisson Silva de Souza

Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do
Pará.
Castanhal-Pará

Daniel Sávio Fernandes Tavares

Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do
Pará.
Castanhal-Pará

Domingos Sávio Moraes Tavares

Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do
Pará.
Castanhal-Pará

Patricia Taila Trindade de Oliveira

Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do
Pará.
Castanhal-Pará

Jorge Antônio dos Reis Barros Junior

Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do
Pará.
Castanhal-Pará

Thaynara Luany Nunes Monteiro

Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do
Pará.

Castanhal-Pará

Igor Thiago dos Santos Gomes

Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do
Pará.
Castanhal-Pará

Manoel Júlio Albuquerque Filho

Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do
Pará.
Castanhal-Pará

Jhemyson Jhonathan da Silveira Reis

Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do
Pará.
Castanhal-Pará

João Henrique Trindade e Matos

Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do
Pará.
Castanhal-Pará

RESUMO: O presente trabalho busca abordar sobre a produção de biomassa verde oriundas de leguminosas para análise quantitativa de biomassa fresca em um experimento na comunidade de Santa Terezinha localizada no município de Castanhal-PA, com intuito de diminuir a limitação e os efeitos erosivos que o sistema tradicional da agricultura de corte e queima gera, com vista a avaliar o potencial de fornecimento de massa verde de cada leguminosa utilizada no estudo, no qual, quatro espécies foram avaliadas sendo estas:

crotalária juncea, mucuna cinza, feijão guandu, feijão caupi e tratamento controle, no DBC com 5 tratamentos, em parcelas de 9m², com 4 repetições, com início de plantio no período chuvoso visto que é o período que o processo de disponibilização dos nutrientes as culturas subseqüentes e com crescimento vegetativo apresenta-se com excelente desempenho agrônômico e ainda com a umidade de solo maior, o processo de decomposição é mais acelerado, facilitando a fixação de nutrientes . Obteve-se como resultado que as leguminosas mucuna cinza, feijão guandu, crotalária juncea, tratamento controle mostraram os melhores quantitativos de biomassa verde e feijão caupi apresentou a menor produção. A biomassa produzida pela mucuna cinza apresentou melhor qualidade para incorporação, pelo nível de decomposição rápido, além de melhor favorecer o desenvolvimento vegetativo da cultura subseqüente. Entretanto ainda são necessárias mais pesquisas sobre o incremento da cultura após a incorporação da biomassa no solo, levando em consideração mais variáveis. Desse modo foram utilizados como aportes teóricos autores como: (KATTO, 2002), (ARAÚJO, 2007), (RIBEIRO, 1999), (NASCIMENTO, 2005), (AMBROSANO, 1999).

PALAVRAS-CHAVE: Leguminosas, Adubos Verde e Sustentabilidade.

ABSTRACT: The present work seeks to address the production of green biomass from legumes for quantitative analysis of fresh biomass in an experiment in the community of Santa Terezinha located in the municipality of Castanhal-PA, in order to reduce the limitation and the erosive effects that the traditional system of cutting and burning agriculture generates, in order to evaluate the potential of supplying green mass of each leguminous used in the study, in which four species were evaluated: Crotalaria Juncea, gray velvet bean, pigeon pea, cowpea and control treatment, in the DBC with 5 treatments, in plots of 9m², with 4 replications, with beginning of planting in the rainy season, since it is the period that the process of nutrient availability the crops Subsenhot and vegetative growth is presented with excellent agronomic performance and even with higher soil moisture, the decomposition process is more accelerated, facilitating the fixation of nutrients. It was obtained as a result that the leguminous Mucuna Cinca, Guandu Bean, Crotalaria juncea, control treatment showed the best quantitative of green biomass and cowpea presented the lowest production. The biomass produced by the gray Mucuna presented better quality for incorporation, by the level of rapid decomposition, besides better favoring the vegetative development of the subsequent crop. However, further research is needed on the increment of the crop after the incorporation of biomass into the soil, taking into consideration more variables. Thus, we used as theoretical contributions authors such as: (KATTO, 2002), (ARAÚJO, 2007), (RIBEIRO, 1999), (NASCIMENTO, 2005), (Ambrosano, 1999).

KEYWORDS: Legumes, Green Manure and Sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem o objetivo de dialogar sobre as técnicas de cultivo e

as tecnologias adotadas pelos produtores rurais da Agrovila Santa Terezinha-PA na busca de quantificar a produção de biomassa fresca das leguminosas em estudo: *Crotalaria juncea*, feijão guandu, feijão caupi, mucuna cinza e testumalha, com fins de uso como adubos verdes e buscou implementar e oportunizar conhecimentos de novas tecnologias sustentáveis com uso de leguminosas como fontes nutricionais aos cultivos.

A utilização de técnicas tradicionais inadequadas para o cultivo, limita a produção e promove a perda de nutrientes, reduzindo a fertilidade do solo, assim, há a preocupação em utilizar técnicas de manejo que minimizem os efeitos da diminuição da qualidade do solo. (KATTO, 2002).

Desse modo, a utilização de leguminosas como adubo verde visa melhorar a qualidade e o enriquecimento de nutrientes do solo, através da incorporação da sua parte vegetativa, pois fornece nutrientes para as culturas posteriores, mantendo assim a capacidade de uma produtividade sustentável, capaz de “melhorar o ambiente, a planta, o animal e o homem” (ARAÚJO, 2007).

Na atual situação que passa os vários sistemas de cultivos em especial o da agricultura familiar, apresenta-se como alternativa de melhoria do potencial produtivo, visto que a matéria orgânica é um dos principais fatores de declínio da produção agrícola na comunidade em epígrafe.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As leguminosas são importantes por fornecerem nitrogênio através do processo de fixação simbiótica das bactérias (PENTEADO, 2003) sendo estas eficientes para recuperação de áreas degradadas, na reciclagem dos nutrientes e como cobertura de solo (RIBEIRO, 1999). Dever-se considerar além do teor de nitrogênio, o de fibra e a composição da fitomassa (KIELL, 1985). Nesse sentido, o teor fibra em detergente ácido (FDA) dos resíduos, é importante, pois constitui a porção menos digerível da parede celular pelos microorganismos, sendo na sua quase totalidade de celulose e lignina (SILVA, 1990).

O sistema de agricultura tradicional, com base no preparo de área com corte e queima da capoeira, utilizado há mais de um século no Nordeste Paraense, limita a produção agrícola por promover a perda de nutrientes e reduzir a fertilidade do solo, devido aos efeitos deletérios do fogo na vegetação (KATTO *et al.*, 2002).

Desse modo, se tem a preocupação em utilizar técnicas de manejo que minimizem o efeito da diminuição da qualidade do solo. Para Araújo e Monteiro (2007), a qualidade do solo é definida como a sua capacidade de manter uma produtividade sustentável, melhorando o ambiente, a planta, o animal e o homem. A quantidade e o estado em que esses elementos químicos se encontram no solo é que definem a maneira de suprir as necessidades nutricionais e metabólicas, pela absorção dos elementos químicos

necessários às plantas.

Assim, para que o solo continue produzindo, é importante que este apresente a capacidade de sustentar a produtividade biológica do ecossistema, mantendo o equilíbrio ambiental e promovendo a saúde de plantas e/ou animais e do próprio ser humano (PARRY *et al.*, 2005; SPOSITO & ZABEL, 2003; DORAN *et al.*, 1996).

A qualidade do solo é entendida como a capacidade de sustentar a produtividade biológica do ecossistema. No entanto, avaliar a qualidade do solo requer o monitoramento de alguns parâmetros que variam com as mudanças no manejo ou fatores externos.

Esses fatores em conjunto afetam significativamente a produtividade em função, principalmente, da perda gradual da fertilidade do solo, por causa dos nutrientes retirados pelas colheitas ou perdidos por lixiviação ou por erosão. Fato este que leva o agricultor a abandonar áreas já alteradas e mantê-las por um longo período de pousio, migrando para outras áreas, até que o mesmo derrube e queime novamente a capoeira já regenerada (LOPES & ALVES, 2005). Porém, existem vários fatores que levam a degradação dos solos, que normalmente ocorrem em duas fases, sendo a primeira denominada degradação agrícola e a segunda degradação biológica.

O primeiro tipo de degradação consiste em um processo inicial, onde o sistema produtivo apresenta perda da produtividade econômica. Nessa situação haverá perdas devido à redução do potencial de produção das plantas cultivadas. E a degradação biológica consiste no processo final no qual ocorre uma grande redução da capacidade de produção de biomassa vegetal (WADT *et al.*, 2003).

Entre as práticas que visam à sustentabilidade do solo agrícola, empregam-se adubos verdes e/ou plantas de cobertura, incorporados ou não ao solo, em rotação, sucessão ou consorciação com as culturas (ALCÂNTARA *et al.*, 2000), com o objetivo de diminuir a erosão e recuperar características físicas, químicas e biológicas do solo (NASCIMENTO *et al.*, 2005). A utilização de plantas na reciclagem dos nutrientes e manutenção da fertilidade do solo, associadas às técnicas do plantio direto e do cultivo mínimo são opções para a obtenção de eficiência produtiva e conservação do solo e da água (AMBROSANO *et al.*, 1999).

Em função de seu potencial de fixação de nitrogênio e recuperação da fertilidade do solo, as leguminosas representam uma alternativa ao suprimento, substituição ou complementação da adubação mineral e recomposição da fertilidade do solo (SCIVITTARO *et al.*, 2000).

As espécies de leguminosas mais utilizadas fixam, biologicamente, o nitrogênio, produzem grandes quantidades de matéria seca e têm concentração elevada de nutrientes na parte aérea, possuem sistema radicular profundo e ramificado e têm fácil decomposição (GIACOMINI *et al.*, 2003; ERASMO *et al.*, 2004; PERIN *et al.*, 2007).

Os efeitos sobre as propriedades do solo variam com a espécie utilizada, manejo da biomassa, época de plantio e corte, tempo de permanência dos resíduos no solo, condições locais e interação entre esses fatores (ALCÂNTARA *et al.*, 2000).

3 | METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no delineamento em bloco casualizado (DBC) representado por 4 leguminosas: crotalaria juncea - CJ, feijão guandu - FG, Feijão-caupi - FC, mucuna cinza - MC + Testemunha (vegetação espontânea) T, com cinco blocos, com 4 repetições, totalizando 25 parcelas. Cada parcela teve dimensão de 2,0 m x 2,0 m totalizando uma área de 4m².

Tabela 1. **Croqui da área experimental**

	<i>Bloco 1</i>	<i>Bloco 2</i>	<i>Bloco 3</i>	<i>Bloco 4</i>	<i>Bloco 5</i>
Leguminosas e Testemunha	FC	MC	T	FG	CR
	T	CR	FC	MC	GC
	CR	FC	FG	T	MC
	FG	T	MC	CR	FC
	MC	FG	CR	FC	T

Legenda: FC = feijão caupi, MC = mucuna cinza, FG = feijão guandu, CR = crotalaria juncea, T = testemunha.

Tendo feito os tratos culturais de limpezas constantes e monitoramento das parcelas, quando atingiram a fase da floração de cerca de 80%, foi realizada a coleta dos dados de produção de biomassa fresca com uso de um quadrado confeccionado em madeira medindo 0,50 x 0,50m, totalizando 0,25m². Após a análise de variância, as médias foram contrastadas pelo teste Tukey em nível de 5 %. Para cada leguminosa foi adotado o mesmo método de coleta da cobertura vegetal das parcelas inclusive a testemunha. Para o manejo da área experimental, não foi usado adubo mineral e nem corretivo, apenas a incorporação do material vegetal do ciclo. Em abril de 2017, foram coletadas amostras de biomassa fresca em todas as parcelas de forma aleatória com o uso de um quadrado de madeira medindo (0,50 x 0,50cm). As amostras foram pesadas em balança eletrônica para configurar o quantitativo de biomassa fresca de cada leguminosa (MF t ha⁻¹) e retornado ao local para devolução do material retirado de cada parcela.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos resultados de produção de biomassa verde (BV) mostrados na [tabela 2](#), destaque deve ser dado à eficiência da mucuna cinza e do guandu, quando produziram 43,45 e 41,51 t ha⁻¹, correspondente as maiores quantidades, respectivamente, enquanto que a testemunha (vegetação espontânea) com 31,63 t ha⁻¹, crotalaria juncea, com 29,51 t ha⁻¹ e o feijão caupi com 11,86 t ha⁻¹ a menor eficiência. Ainda nesta tabela, observa-se grande variação deste componente entre tratamentos

podendo serem atribuídas as características morfológicas de cada espécie e ao arranjo espacial adotado por cada uma nas parcelas, e das condições de degradação da área experimental.

Tratamento	Produção de Biomassa Verde
	----- T ha ⁻¹ -----
M u c u n a cinza	43,45 ^a
Guandu	41,51 ^a
Crotalária	29,51 ^b
Feijão-caupi	11,86 ^c
Testemunha	31,63 ^b
Média Geral	31,59

Tabela 2 - Resultado do Teste de Tukey de produção de biomassa verde. Fonte: Própria

* Média seguida pela mesma letra na coluna não se diferenciam estatisticamente entre si, pelo teste Tukey (P < 0,05).

Na comparação das médias dos tratamentos, de acordo com o teste Tukey (P < 0,05) disponibilizadas na Tabela 2, observa-se que a leguminosa mucuna cinza influenciou a maior produção vegetativa no período avaliado. Para a cultura da abóbora foram avaliadas as variáveis quantidade de folhas e frutos após a incorporação das leguminosas no solo, onde constatou-se que a mucuna cinza mostrou melhores resultados para a variável quantidade de folhas e não se diferiu com a crotalária na variável quantidade de frutos.

Nesse sentido, os resultados desta pesquisa estão de acordo com a realizada por Nascimento et al., (2009), quando avaliando o comportamento e adaptação de espécies de leguminosas ao clima e solo da região Nordeste do Pará, para uso no sistema de manejo do solo na produção do milho, demonstrou que a leguminosa mucuna cinza promoveu maior eficiência na produção do milho em quantidades superiores ao do uso de adubo mineral, atribuída esta eficiência, principalmente, à sua potencialidade de fixação biológica de nitrogênio e de reciclagem de nutrientes no solo.

Observando a análise da variância acima, percebe-se que a produção de massa fresca ficou evidente em todas, porém a mucuna cinza apresenta-se com um volume significativamente elevado, e importante que nossa análise seja feita do ponto de vista do período em que foi feito o plantio, certo que o início do período chuvoso favorece um crescimento acelerado e o processo de escolha das leguminosas selecionadas, visando não somente a produção de adubos verdes, mais também a reestruturação dos solos.

A época de corte das leguminosas também influencia a decomposição dos resíduos adicionados ao solo. Por ocasião da floração, essas plantas apresentam a máxima acumulação de N nos tecidos. À medida que são formados flores e frutos,

ocorre um aumento da relação C/N. Desta forma, recomenda-se fazer o corte das leguminosas durante a floração quando o objetivo é fornecer nutrientes para outras culturas. Por outro lado, quando essas plantas são cortadas após a produção de sementes elas podem contribuir para a melhoria das características do solo já citadas anteriormente.

Para uma melhor visualização e compreensão do desempenho agrônômico das leguminosas em telas neste gráfico abaixo (gráfico 01), é bem perceptível o volume da produção de biomassa verde pelas leguminosas.

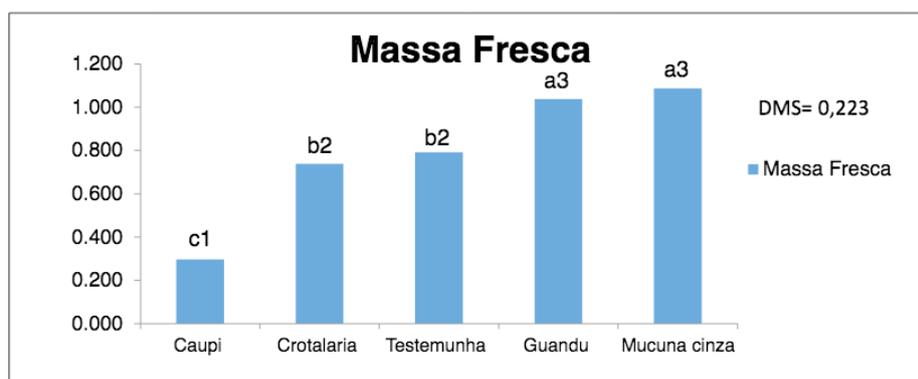


Gráfico 01 (produção de biomassa fresca das leguminosas: mucuna cinza, feijão guandu, testemunha, crotalaria juncea e feijão caupi). Fonte: Própria

Através do contínuo suprimento de material orgânico verde ao solo, torna-se possível garantir a manutenção e/ou reestruturação dos solos e certamente de sua fertilidade. O que se pode analisar perante aos dados apresentados de produção de abóbora sobre efeito da adubação verde com as leguminosas de feijão caupi, Crotalaria juncea, testemunha, feijão guandu e mucuna cinza foi que no efeito da adubação verde da mucuna cinza a resposta foi significativa neste primeiro cultivo subsequente à incorporação da biomassa verde.

A adubação verde permite ainda o aporte de quantidades expressivas de fitomassa, possibilitando uma elevação no teor de matéria orgânica do solo ao longo dos anos. Como consequência, obtêm-se um aumento da capacidade de troca catiônica (CTC) do solo, o que traz maior retenção de nutrientes junto às partículas o solo, reduzindo perdas por lixiviação (Kiehl, 1985).

A partir da decomposição dos resíduos vegetais pode ocorrer uma diminuição na acidez do solo. Isto porque durante a decomposição dos resíduos, são produzidos ácidos orgânicos capazes de complexar íons Al^{+++} presentes na solução do solo, reduzindo desta forma o alumínio tóxico do solo (Liu & Hue, 1996). que contribui para o desenvolvimento da cultura subsequente, possibilitando a introdução de outras culturas.

As produções de biomassa verde da mucuna cinza, feijão guandu, crotalaria, testemunha e feijão caupi são superiores às encontradas por BRAGAGNOLO & MIELNICZUK (1990) e por RIBEIRO (1999), e as de mucuna preta, feijão-de-porco

e crotalária, superiores às encontradas por DE POLLI & CHADA (1989) e RIBEIRO (1999). A eficiência destas espécies atribui-se à melhoria que proporcionaram ao solo pelo seu manejo, referenciadas pelos autores supracitados.

Considerando também o período de implantação, período chuvoso, que certamente favoreceu o crescimento vegetativo, um outro fator deve ser levado em consideração, os tempos de produção de biomassa verde, visto que na mucuna cinza foram 150 dias, feijão guandu 150 dias, crotalária juncea 80 dias, e 65 dias para o feijão caupi, foi considerado a testemunha com os dias do feijão guandu e da mucuna cinza.

5 | CONCLUSÕES

A situação do solo inicial, quanto à fertilidade, não causou surpresa, pois os solos agricultáveis da região amazônica em sua maioria são ácidos e de baixa fertilidade natural, principalmente com relação ao nutriente fósforo.

Dentre os adubos verdes estudados, a mucuna cinza apresentou a maior produção de biomassa verde, seguidos de feijão guandu, testemunha, crotalaria juncea e o feijão caupi, sendo, portanto, a espécie mais promissora para o aporte de nutrientes ao solo, advindo da decomposição/mineralização da biomassa verde.

A utilização das leguminosas para fornecer biomassa fresca ao solo, certamente com estes dados conclui-se que a região é promissora no uso desta tecnologia, visto que os fatores climáticos favorecem o crescimento rápido das plantas e a produção de um elevado quantitativo de biomassa verde.

No entanto, ainda são necessárias mais pesquisas sobre a avaliação da cultura subsequente, levando em consideração outras variáveis, como o desenvolvimento vegetativo e quantidade de frutos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. S. F. de. & MONTEIRO, R. T. R. **Indicadores biológicos de qualidade do solo.** Bioscience Journal, Uberlândia, MG, v. 23, p.66-67, 2007.

BRAGAGNOLO, N.; MIELNICZUK, J. **Cobertura do solo por resíduos de oito seqüências de culturas e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo, germinação e crescimento inicial do milho.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.14, p.91-98, 1990. [[Links](#)]

DE-POLLI, H.; CHADA, S. de S. **Adubação verde incorporada ou em cobertura na produção de milho em solo de baixo potencial de produtividade.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.13, p.287-293, 1989. [[Links](#)]

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos.** Piracicaba: Ceres, 1985. 492p. [[Links](#)]

RIBEIRO, P.A. **Utilização de leguminosas na produção de biomassa e como fonte de nutrientes em um Podzólico Vermelho-Amarelo no município de Alagoinha-PB.** 1999. 57f. Dissertação

SILVA, D J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2.ed. Viçosa: UFV, 1990. 165p. [Links]

ALCÂNTARA, F. A.; FURTINI NETO, A. E.; PAULA, M. B. DE; MESQUITA, H. A.; MUNIZ, J. A. **Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.35, n.2, p.277-288, 2000.

AMBROSANO, E.J.; WUTKE, E.B.; BRAGA, N.R.; MIRANDA, M.A.C. **Leguminosas: alternativas para produção ecológica de grãos em diferentes regiões agroecológicas do Estado de São Paulo**. In: AMBROSANO, E.J. (Coord.). Agricultura Ecológica. 1.ed. Guaíba: Agropecuária, 1999. p.161-178.

DORAN, J.W.; SARRANTONIO, M.; LIEBIG, M.A. **Soil health and sustainability. Advances in Agronomy**, 56: 2-54. 1996.

ERASMO, E. A. L.; AZEVEDO, W. R.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, A. M.; GARCIA, S. L. R. **Potencial de espécies utilizadas como adubo verde no manejo integrado de plantas daninhas**. Planta Daninha, v.22, n.3, p.337-342, 2004.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E. R. O.; CUBILLA, M.; NICOLOSO, R. S.; FRIES, M. R. **Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.27, n.2, p.325-334, 2003.

LIU, J.; HUE, N.V. **Ameliorating subsoil acidity by surface application of calcium fulvates derived from common organic materials**. Biology and Fertility of Soils, Berlin, v.21, n.4, p.264-270, 1996.

KATO, O.R.; KATO, M.S.A.; JESUS, C.C.; RENDEIRO, A.C. **Preparation timing area and corn plantation in slash-and-trituration system in Igarapé-açu county**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, (Comunicado Técnico, 64). 2002. 3p.

Kiehl, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba, Agronômica Ceres, 492p. 1985.

NASCIMENTO, J. T.; SILVA, I. F.; SANTIAGO, R. D.; SILVA NETO, L. F. **Efeito de leguminosas nos atributos físicos e carbono orgânico de um Luvissole**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.29, n.5, p.825-831, 2005.

NASCIMENTO, J. T.; CAVALCANTE, J. L.; SOUZA, F. E. C.; DIAS, M. R. P.; SILVA, A. I. V. **Manejo de Leguminosas no Sistema de Produção Agrícola Sustentável como Alternativa para a Agricultura Familiar no Nordeste Paraense** In: XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2009, Fortaleza. O Solo e a Produção de Bioenergia: Perspectivas e Desafios. Viçosa-MG: SBCS, 2009.

PARRY, M. M.; CARVALHO, J. C.; KATO, M. S. A.; VIELHAUER, K. **Estado nutricional da mandioca cultivadas em diferentes épocas sob cobertura morta e duas adubações**. Revista de Ciências Agrárias, Belém, n. 43, p.91-114, jan/jun. 2005.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J. G. M.; CECON, P. R. **Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, n.1, p.35-40, 2004.

RIBEIRO, P.A. **Utilização de leguminosas na produção de biomassa e como fonte de nutrientes em um Podzólico Vermelho-Amarelo no município de Alagoinha-PB**. 1999. 57f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Universidade Federal da Paraíba.

ROBERTO, S.P. **introdução à agricultura orgânica**. 1. Ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2003.

SCIVITTARO, W.B.; MURAOKA, T.; BOARETTO, A.E.; TRIVELIN, P.C.O. **Utilização de nitrogênio de adubos verdes e mineral pelo milho.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.24, p.917-926, 2000.

SPOSITO, G. AND ZABEL, A. **The assessment of soil quality. Geoderma, 114(3/4): 143-144. 2003. TEDESCO, M.J. Matéria orgânica e nitrogênio.** Porto Alegre, UFRS, 1983. p.87123. (mimeografado).

WADT, P.G.S.; PEREIRA, J.E.S.; GONÇALVES, R.C.; SOUZA, C.B.C.; ALVES, L.S. **Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas.** Rio Branco AC, Embrapa Acre, 2003. 29p. (Embrapa Acre, Documentos. 90).

BEBIDA FERMENTADA FUNCIONAL UTILIZANDO EXTRATO AQUOSO DE COCO

Ilsa Cunha Barbosa Vieira

Profª Drª em Ciência e Tecnologia de alimentos,
IFPE

Geiseanny Fernandes do Amarante Melo

Profª Drª em Ciência e Tecnologia de Alimentos,
IFPE

Renata Kelly Gomes de Oliveira

Técnica em Agroindústria (IFPE) e Graduanda em
Nutrição, UFPE

Mirleny Barbosa da Silva

Técnica em Agroindústria, IFPE

Valéria Lopes Cruz

Servidora Técnica em Alimentos (Bacharel em
Nutrição UFPE), IFPE

RESUMO: Os consumidores têm se preocupado cada vez mais com a saúde por meio da ingestão de alimentos saudáveis, o que tem gerado uma busca incessante por alimentos que ajudam a promover saúde e bem-estar. Nessa perspectiva, surgiram os alimentos funcionais, os quais consistem no melhoramento e incorporação de características em alguns produtos existentes a partir da adição de prebióticos, probióticos e novos ingredientes. As bebidas fermentadas funcionais utilizando o extrato aquoso de coco surge como uma alternativa e uma possibilidade de inovação na indústria de alimentos, principalmente para aqueles intolerantes à lactose e os veganos, já que substitui o leite de origem animal, pelo obtido a partir da oleaginosa que, juntamente

com o *Lactobacillus* e FOS proporcionam a multiplicação de bifidobactérias no cólon. Foram determinados os parâmetros físico-químicos, microbiológicos e sensoriais. O teor de pH, acidez, umidade, cinzas, lipídeos e proteínas apesar de serem variáveis, apresentaram-se, de modo geral, dentro dos valores estabelecidos pela legislação brasileira em vigor. Os resultados das análises microbiológicas demonstraram que o produto está apto para o consumo humano. Quanto à análise sensorial, verificou-se que a bebida teve uma boa aceitabilidade. É pertinente destacar que, o extrato aquoso, probiótico e prebiótico utilizados na produção da bebida fermentada, aderiu-a benefícios notórios, o que faz dela uma boa alternativa para o consumo.

PALAVRAS-CHAVE: alimento funcional; extrato vegetal; FOS; parâmetros físico-químicos, microbiológicos e sensoriais.

ABSTRACT: Consumers have been increasingly concerned about health through the eating of healthy foods, which has generated a relentless search for foods that help promote health and well-being. In this perspective, the functional foods appeared, which consist in the improvement and incorporation of characteristics in some existing products from the addition of prebiotics, probiotics and new ingredients. Functional fermented beverages using the aqueous coconut extract appear as

an alternative and a possibility of innovation in the food industry, especially for those intolerant to lactose and vegans, since it replaces the milk of animal origin, for that obtained from the oleaginous that , together with *Lactobacillus* and FOS provide the multiplication of bifidobacteria in the colon. Physicochemical, microbiological and sensorial parameters were determined. The pH, acidity, moisture, ash, lipid and protein contents, although variable, were generally within the values established by the Brazilian legislation in force. The results of the microbiological tests showed that the product is fit for human consumption. As for the sensorial analysis, it was verified that the drink had a good acceptability. It is pertinent to highlight that the aqueous extract, probiotic and prebiotic used in the production of the fermented beverage, adhered to notorious benefits, which makes it a good alternative for consumption.

KEYWORDS: functional food; vegetable extract; FOS; physical-chemical, microbiological and sensory parameters.

1 | INTRODUÇÃO

A sociedade vive em um ritmo cada vez mais acelerado e, devido às mudanças dos hábitos alimentares e do estilo de vida, surgem diferentes problemas de saúde e doenças. Dessa forma, os alimentos saudáveis com propriedades funcionais são uma excelente alternativa para melhorar a qualidade de vida, o bem-estar e prevenir doenças. Nesse contexto, observa-se um número crescente de pessoas em busca de uma alimentação saudável, de alimentos funcionais, com elevada concentração de fibras, com teores reduzidos de gorduras e de açúcares. Os alimentos são considerados funcionais quando, além de nutrir, eles promovem a melhoria da saúde do indivíduo (SAAD et al., 2013).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define como alimento funcional “todo aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica”. Sendo assim, cada vez mais ganha destaque a elaboração de produtos com estas características (GALLAND, 2013). São alimentos capazes de proporcionar benefícios além da nutrição básica, desempenhando um importante papel na redução ou minimização dos riscos de certas doenças. Novos produtos alimentares estão sendo desenvolvidos para incluir componentes benéficos, tais como probióticos e componentes funcionais isolados de plantas (SHORI; BABA, 2014).

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO/WHO) os probióticos são definidos como “microrganismos vivos que quando administrados em doses apropriadas conferem benefício à saúde do hospedeiro”.

Alimento probiótico é definido como um produto alimentar que contém microrganismos probióticos viáveis em quantidades suficientes (SHORI, 2015). Alguns dos principais benefícios para a saúde relacionados com os probióticos são prevenção

e tratamento de diarreia, atividade anti-microbiana, alívio de sintomas causados por intolerância à lactose, anti-cancerígenas e anti-mutagênicas, e atividades de estimulação do sistema imunitário (SHORI, 2015).

Os gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* são os mais comumente estudados e têm desempenhado um papel extenso como probióticos devido à sua associação com o trato intestinal humano saudável e especificamente no caso do *Lactobacillus*, devido à sua associação com alimentos fermentados (SHORI, 2015). Lahtinen et al. (2011) afirmam que o trato gastrointestinal de animais é um importante nicho ecológico dos *Lactobacillus*.

Uma vez que as descobertas de Metchnikoff, atribuiu a microrganismos probióticos, propriedades benéficas ao humano e animal, ampliou-se a sua aplicação em vários veículos de alimentos, que permitem ao consumidor alcançar estes benefícios. Além disso, a combinação apropriada de prebióticos e probióticos produzem maior benefício para o consumidor e pode produzir um efeito sinérgico (TRIPATHI e GIRI, 2014).

Os prebióticos podem ser definidos como componentes alimentares não digeríveis que afetam benéficamente a saúde geral do hospedeiro, por estimularem seletivamente a proliferação ou atividade de um número limitado de população de bactérias desejáveis no cólon humano (FERREIRA, 2012).

Segundo SAAD, S.M.I., os prebióticos avaliados em humanos constituem-se dos frutanos e dos galactanos. A inulina e a oligofrutose pertencem à classe de carboidratos denominados frutanos e são considerados ingredientes funcionais, uma vez que exercem influência sobre processos fisiológicos e bioquímicos no organismo, resultando em melhoria da saúde e em redução no risco de aparecimento de diversas doenças.

Segundo Faria et al. (2011), a oligofrutose e os FOS são termos sinônimos, os quais são frutanos do tipo inulina com grau de polimerização inferior a 10. Estudos têm verificado que ingestões diárias a partir de 4 a 5 g até 20 g de inulina e/ou oligofrutose (FOS) administradas pelo menos 15 dias são suficientes para garantir o estímulo da multiplicação de bifidobactérias no cólon (FARIA et al., 2011).

2 | OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Elaborar e caracterizar quanto aos parâmetros físico-químicos, sensoriais e microbiológicos a bebida fermentada funcional utilizando extrato aquoso extraído das oleaginosas de coco, adicionada do probiótico *Lactobacillus acidophilus* e do prebiótico frutooligossacarídeo (FOS).

2.2 Objetivos Específicos

- Elaborar e caracterizar extrato aquoso de coco quanto aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos;
- Elaborar e realizar a caracterização físico-química e microbiológica das bebidas fermentadas produzidas com leite de coco;
- Analisar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da bebida vegetal fermentada sabor morango;
- Realizar a caracterização sensorial da bebida fermentada com adição de sabor morango.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

O ingrediente coco utilizado foi adquirido no comércio local em Vitória de Santo Antão -PE e acondicionados apropriadamente sob refrigeração (7°C) até o momento de execução das análises. O espessante utilizado foi o Agar Agar (KANTEN® – gelatina). O probiótico utilizado foi o *L. acidophilus* LA-05 (lote 2914230) adquirido da empresa Christian Hansen® (Valinhos, São Paulo, Brasil) e o prebiótico foi o frutooligossacarídeo (FOS) obtido da empresa BENEIO Orafiti® (Tienem, Bélgica).

Os experimentos foram realizados no Instituto Federal de Pernambuco – Campus Vitória de Santo Antão, nas unidades de produção de frutas e derivados e laboratório de análise de físico-química de alimentos.

O extrato hidrossolúvel e a bebida fermentada funcional foi elaborada segundo metodologia descrita a seguir.

3.1.1 Elaboração do extrato hidrossolúvel de coco

O extrato aquoso de coco foi elaborado seguindo o procedimento proposto por Beuchat, Nail, (1978) com modificações. A copra branca ralada foi processada junto com água mineral a temperatura ambiente por 3 min, na proporção de 1:4. O extrato produzido foi passado em pano de algodão de malha fina, para separação dos sólidos insolúveis, e em seguida, o resíduo foi descartado.

3.1.2 Elaboração da bebida fermentada funcional

Iniciou-se o processo de elaboração da bebida dissolvendo o Agar Agar (0,25%) no leite vegetal (120ml), encaminhado para o tratamento térmico, aquecido até 100°C. No estágio de ebulição realizou-se a diminuição da temperatura, prosseguindo por média de dois minutos, em seguida adicionou-se o açúcar (0,2%) e o FOS (5%) foi adicionado quando a temperatura atingiu 60°C, com o declínio térmico foi adicionada a bactéria (*Lactobacillus*) à 37°C. Após sua inoculação foi realizada a fermentação, após

seu término (6h) o produto foi armazenado sob refrigeração (8°C).

3.1.3 Saborização da bebida fermentada de coco

Para a saborização do produto foi feito o preparo da gelatina de morango em pó, que consiste em utilizar 30g da mistura e dissolvê-la em 250 ml de água submetida ao aquecimento de 60°C, em seguida, adicionou-se 250 ml de água em torno de 10°C. Quando a temperatura atingiu 30°C, foi incorporada 10 ml da solução na bebida fermentada obtidas a partir do processamento citado anteriormente, de modo que elas obtivesse sabor e coloração característicos.

3.2 MÉTODOS

O extrato hidrossolúvel e a bebida fermentada de coco obtidos foram analisados quanto a sua qualidade físico-química, microbiológica e sensorial no primeiro dia de armazenamento segundo as metodologias a seguir. É pertinente enfatizar que os parâmetros físico-químicos foram quantificados em triplicata.

3.2.1 Determinação de pH e acidez titulável

Para a determinação do pH, utilizou-se potenciômetro previamente calibrado. As amostras tiveram sua acidez titulável em solução normal determinada em (hidróxido de sódio 0,1 N) utilizando fenolftaleína como indicador. A metodologia utilizada foi a descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

3.2.2 Determinação de lipídeos

A análise de lipídeos foi realizada com a utilização do extrator Soxhlet. Esta técnica inicia-se colocando a amostra num papel de filtro (forma de envelope) dentro do Soxhlet. O solvente é aquecido num balão de fundo redondo, originando vapor. O vapor proveniente do solvente aquecido passa para o condensador onde é refrigerado passando ao estado líquido e enchendo o extrator até ao nível do tubo lateral. Ao longo do tempo, o solvente vai arrastando compostos solúveis presentes na amostra e após vários ciclos obtém-se o extrato final. Quando o solvente condensado ultrapassa um certo volume, ele escoar de volta para o balão, onde é aquecido, e novamente evaporado. Os solutos são concentrados no balão. O solvente, quando entra em contato com a fase sólida, está sempre puro, pois vem de uma destilação (IAL, 2008).

3.2.3 Determinação de umidade

Primeiramente, colocou-se o cadinho na estufa 105°C e depois no dessecador. Ao retirar do dessecador o mesmo foi pesado já com a balança tarada. Logo após, tarou-se novamente a balança e pesou-se a amostra (foram utilizados 2 g da amostra). A manipulação da amostra para a estufa foi feita com o auxílio da pinça. No outro dia fez-se a primeira pesagem da amostra no cadinho, mas antes foi colocado no dessecador

para esfriar por 30 minutos. Em seguida foi constatado o peso na balança analítica. Foi utilizado o método oficial para determinação de umidade no Brasil, estabelecido pelo Ministério da Agricultura (IAL,2008).

3.2.4 Determinação de cinzas

Foi pesado 2 g da amostra em uma cápsula, previamente aquecida em mufla a 550°C, resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e pesada. Em seguida colocada em manta aquecedora para carbonização incinerada em mufla a 550°C, até eliminação completa do carvão, logo após foi resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e pesada (IAL,2008).

3.2.5 Determinação de proteínas

O conteúdo de Nitrogênio total foi determinado pelo método de Micro-Kjedahl, com o fator 6,38 multiplicando pela porcentagem de nitrogênio - métodos AOAC, 991.20 e 991.23 (IAL, 2008).

3.2.6 Análise microbiológica

A qualidade higiênico-sanitária das bebidas e extratos hidrossolúveis processados foi verificada por meio da contagem de coliformes totais e fecais, contagem de *Staphylococcus coagulase-positiva* e detecção de *Salmonella sp.*, segundo metodologia preconizada pela APHA (2001).

Para a quantificação de *L. acidophilus*, utilizou-se ágar MRS adicionado de clindamicina (0,5 ppm) (Sigma-Aldrich®, C5269, Missouri, USA), com incubação a 37 ± 1 °C por 72 horas em condições de anaerobiose (Anaerobic System Anaerogen, Oxoid®) (VAN DE CASTEELE et al., 2005).

3.2.7 Análise sensorial

Realizaram-se os testes de aceitação utilizando uma escala hedônica de 9 pontos (1 = desgostei extremamente; 5 = nem gostei/nem desgostei; 9 = gostei extremamente) e um teste de intenção de compra com escala de 5 pontos (1 = certamente não compraria; 3 = talvez comprasse/talvez não comprasse; 5 = certamente compraria). Foi utilizado um painel não treinado constituído por 100 provadores (alunos, professores e funcionários da IFPE, selecionados com base nos hábitos e interesse em consumir bebida vegetal) analisarão as amostras da bebida fermentada vegetal.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação dos parâmetros físico-químicos

Os valores que representam os parâmetros físico-químicos avaliados do extrato

hidrossolúvel e vegetais e bebida fermentada podem ser visualizados na Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 3.

Variáveis	Leite Vegetal
	LCO
Acidez total (%)	0,10±0,60
pH	6,57± 0,10
Umidade (%)	97,00± 0,20
Cinzas (%)	0,16± 0,20
Lipídios (%)	3,00± 0,10
Proteínas (%)	2,5± 0,15

Tabela 1- Resultados das análises físico-químicas realizadas no extrato hidrossolúvel de coco.
Fonte: Própria.

Médias ± desvio padrão para as análises físico-químicas do leite vegetal: LCO – Leite de coco.

Variáveis	Bebida fermentada
	BCO
Acidez total (%)	0,40 ^c ± 0,10
pH	6,18 ^b ± 0,25
Umidade (%)	76,00 ^c ± 0,35
Cinzas (%)	0,07 ^c ± 0,10
Lipídios (%)	3,50 ^b ± 0,10
Proteínas (%)	2,0 ^b ± 0,15

Tabela 2: Resultados das análises físico-químicas realizadas na bebida fermentada de coco, (sem adição do sabor). Fonte:Própria

Médias ± desvio padrão para as análises físico-químicas da bebida fermentada vegetal: BCO – Bebida de leite de coco. Letras minúsculas diferentes ^{a,b ou c} Médias ± desvio-padrão na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey.

A determinação do pH é de extrema importância para a conservação dos alimentos. Os resultados do pH do extrato hidrossolúvel, bem como da bebida não saborizada foi próximo a neutralidade.

Os valores constatados na análise de acidez deram-se a partir da também obtenção de valores altos de pH. Os valores das amostras, mostram que o extrato de coco e a bebida encontram-se abaixo do estabelecido pela legislação brasileira em vigor, que é de 0,6 a 2,0% (BRASIL, 2000).

Carvalho et al (2011) avaliaram as características físico químicas do extrato misto de castanha do Brasil e soja, encontrando valores próximos a 95,11% para umidade, resultado que está próximo ao encontrado para o extrato hidrossolúvel de coco (Tabela 1). Aldrigue et al. (2002), relatam que o teor de umidade do iogurte de

extrato hidrossolúvel de soja apresentou média igual a 85,18%, valor relativamente próximo ao encontrado para a bebida fermentada de coco.

O teor de cinzas de um alimento representa o conteúdo mineral que permanece após a queima de matéria orgânica de uma amostra (ALDRIGUE et al., 2002). O baixo teor de cinzas pode ser explicado pelo tipo de processamento utilizado.

Os valores obtidos da análise de lipídeos no presente estudo foi de 3,0 para o extrato hidrossolúvel e 3,5 para a bebida fermentada, sendo considerados elevados em relação aos iogurtes diets

Variáveis	Bebida fermentada sabor morango
	BSO
Acidez total (%)	0,42a± 0,07
pH	4,75± 0,08
Umidade (%)	82,15c± 0,08
Cinzas (%)	0,17c± 0,02
Lipídios (%)	3,69c± 0,02
Proteínas (%)	2,01c± 0,00

Tabela 3: Resultados das análises físico-químicas realizadas nas bebidas fermentadas de coco sabor morango. Fonte: Própria.

Médias ± desvio padrão para as análises físico-químicas da bebida fermentada vegetal: BSO – Bebida de leite de coco sabor morango. Letras minúsculas diferentes ^{a,b ou c}, médias ± desvio-padrão na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey.

Após a saborização da bebida fermentada funcional, observa-se que o pH foi reduzido e, conseqüentemente, a acidez foi elevada. Esse fato pode ser explicado pela adição da gelatina, já que a mesma é classificada como levemente ácida.

Quanto a umidade, vê-se que aumentou consideravelmente já que houve a adição de 10 ml de gelatina, o que elevou a atividade de água do produto.

Os valores de cinzas, lipídios e proteínas também tiveram um aumento no seu percentual, visto que com a adição da gelatina sabor morango houve a incorporação de novos ingredientes ao produto.

4.2 Avaliação dos parâmetros sensoriais

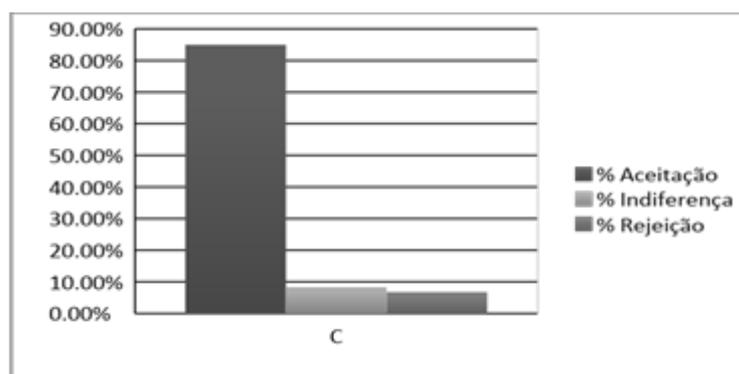


Figura 1. Porcentagem de aceitação, indiferença e rejeição da amostra C (coco). Fonte: Própria.

O escore médio obtido no teste de aceitação sensorial foi de $7,3 \pm 2,0$, havendo uma boa aceitação com pontuação 7 (gostei moderadamente), que o produto desenvolvido pode ser absorvido pelo mercado de consumo. Quanto a intenção de compra o valor médio da amostra foi de $2,3 \pm 0,7$ correspondendo na escala hedônica aproximadamente “possivelmente compraria”.

4.3 Avaliação dos parâmetros microbiológicos

O extrato hidrossolúvel e bebida fermentada avaliados apresentaram qualidade higiênico-sanitária satisfatória, visto que as contagens de coliformes totais, coliformes fecais e *Staphylococcus* coagulase-positiva estiveram abaixo dos limites máximos estabelecidos pela ANVISA (2000). Ainda, foi observada ausência de *Salmonella* spp. ao longo do período de armazenamento. Constata-se, enfim, que as bebidas fermentadas são uma ótima alternativa para consumo uma vez que apresentam também valores consideráveis da bactéria *L. acidophilus*.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Admite-se, enfim, que foi obtido um produto de qualidade e resultados, de um modo geral, satisfatórios, sendo necessária a realização de novos experimentos para que haja estabilidade dos padrões físico-químicos. É válido ressaltar que há limitação de artigos com elaboração de produtos semelhantes e há perspectivas de pesquisas que possam ser realizadas futuramente, já que o produto é inovador e favorece principalmente o público vegano e intolerante à lactose.

REFERÊNCIAS

BADARÓ, A.C.L.; GUTTIERRES, A.P.M., et al. **Alimentos probióticos: aplicações como promotores da saúde humana- parte 1**. Revista Digital de Nutrição, v. 2, n. 3, p.2-29. Ipatinga: Unileste-MG, 2008.

CARVALHO, COELHO, N.R.A.; CARVALHO, M.R.A.C.G.P. **Leite de coco: aplicações funcionais e tecnológicas**. Estudos, Goiânia, v. 36, n. 5/6, p. 851-865, maio/jun. 2009.

FATEMEH, A., BAKR, S.A., SALIHIN, B.A. **Effects of the replacement of cow milk with vegetable milk on the count of probiotics and changes in sugar and amino acid contents in fermented ice creams**. LWT - Food Science and Technology, PII: S0023-6438(16)30135-9. 2016.

FERNÁNDEZ, D.C. **Desenvolvimento de sorvete probiótico à base de extrato solúvel de soja**. 2015. 89p. Dissertação (Mestrado em ciências) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos São Paulo.** p. 1020, 2008 (versão eletrônica).

JERONIMO, C.E.M., COELHO, M.S. **Sensibilidade do estudo de viabilidade técnico-econômica de uma agroindústria de processamento de coco.** Revista Economia e Desenvolvimento, vol. 24, n. 1, p.45-69, 2012.

MAESTRI, B. et al. **Avaliação do impacto da adição de inulina e de maçã em leite fermentado probiótico concentrado.** Braz. J. Food Technol, Campinas, v. 17, n. 1, p. 58-66, 2014.

MIGUEL, P.R. et al. **Desenvolvimento e caracterização de “logurte” de soja sabor morango produzido com extrato de soja desengordurado enriquecido com cálcio.** Alim. Nutr., Araraquara, v.21, n.1, p. 57-63, 2010

MOROTI, C.; MAGRIB, L.F.S. et al. **Potencial da Utilização de Alimentos Probióticos, Prebióticos e Simbióticos na Redução de Colesterol Sanguíneo e Glicemia.** UNOPAR Cient., Ciênc. Biol. Saúde, 11(4):63-67, 2009

SAAD, S.M.I. **Probióticos e prebióticos: o estado da arte.** Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas; 42:53-69, 2006.

VAN DE CASTEELE, S. et al. **Evaluation of culture media for selective enumeration of probiotic strains of lactobacilli and bifidobacteria in combination with yoghurt or cheese starters.** International Dairy Journal, v. 16, p. 1470-1476, 2005.

CARACTERIZAÇÃO DE COBERTURA VEGETAL DO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ/RN POR MEIO DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO ESTIMADOS POR SENSORIAMENTO REMOTO

Ana Beatriz Alves de Araújo

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Doutora em Manejo de Solo e Água. Mossoró –
Rio Grande do Norte.

Isaac Alves da Silva Freitas

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mestre
em Manejo de Água e Solo.
Mossoró – Rio Grande do Norte.

Antônio Aldísio Carlos Júnior

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Doutorando em Manejo de Água e Solo. Mossoró
– Rio Grande do Norte.

Daniela da Costa Leite Coelho

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Professora adjunta do Departamento de
Engenharia e Ciências Ambientais. Mossoró – Rio
Grande do Norte

Suedêmio de Lima Silva

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Professor associado do Departamento de
Engenharia e Ciências Ambientais. Mossoró – Rio
Grande do Norte.

Paulo Cesar Moura da Silva

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Professor associado do Departamento de
Engenharia e Ciências Ambientais. Mossoró – Rio
Grande do Norte.

João Paulo Nunes da Costa

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Doutorando em Manejo de Água e Solo. Mossoró
– Rio Grande do Norte.

Lizandra Evelylyn Freitas Lucas

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mestre

em Manejo de Água e Solo.

Mossoró – Rio Grande do Norte.

Poliana Maria da Costa Bandeira

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Graduanda do curso de Engenharia Agrícola e
Ambiental. Mossoró – Rio Grande do Norte.

Priscila Pascali da Costa Bandeira

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Graduanda do curso de Engenharia Agrícola e
Ambiental. Mossoró – Rio Grande do Norte.

Erlan Tavares Costa Leitão

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Mestrando do Programa de Pós Graduação em
Manejo de Solo e Água. Mossoró – Rio Grande do
Norte.

Marineide Jussara Diniz

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Professora associada do Departamento de
Engenharia e Ciências Ambientais. Mossoró – Rio
Grande do Norte.

RESUMO: Os avanços tecnológicos relacionados com o uso de imagens de satélites permitem o monitoramento da superfície terrestre, como por exemplo, de ações antrópicas e modificações ambientais. Esta ciência que tem como principal fundamento para o uso a obtenção de informações sobre um objeto, área ou fenômeno por meio de dados obtidos por aparelhos distantes do alvo, é conhecida como sensoriamento remoto, e

tornam-se atrativas, pois reduzem custos e apresentam maior rapidez na obtenção informação. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi analisar a dinâmica de uso do solo além das mudanças que ocorreriam em decorrência do avanço das condições de distribuição hídrica na cidade de Mossoró/RN, no ano de 2016, com o uso dos índices de vegetação NDVI e SAVI, por meio do sensor Operational Land Imager (OLI) do satélite Landsat 8. As imagens correspondem à órbita com projeção cartográfica UTM, datum WGS 84 e Zona 24, com data de passagem nos dias: 15 de maio, 16 de junho, 18 de julho, 03 de agosto e 20 de setembro, do ano de 2016. O satélite Landsat 8 foi escolhido por apresentar uma frequência de passagem satisfatória de 16 dias, além de apresentar imagens com resolução espacial de 30 metros por pixel com 12 bits por pixel, proporcionando uma grande quantidade de informações por pixel. Valores oscilantes no que diz respeito às áreas que apresentam VD, VR e SN, mostraram esse comportamento possivelmente por características da própria vegetação hiperxerófitas, presente em ambiente de Caatinga, e os valores de NDVI se mostraram menores que os valores de SAVI.

PALAVRAS-CHAVE: IDVI. SAVI. Análise temporal.

ABSTRACT: Technological advances related to the use of satellite images allow the monitoring of the terrestrial surface, such as anthropic actions and environmental modifications. This science, whose main basis for using information on an object, area or phenomenon through data obtained by devices distant from the target, is known as remote sensing, and they become attractive because they reduce costs and have a greater information. Thus, the objective of this work was to analyze the dynamics of land use in addition to the changes that would occur due to the advancement of water distribution conditions in the city of Mossoró / RN, in the year 2016, using the vegetation indices NDVI and SAVI, using the satellite's Operational Land Imager (OLI) Landsat 8. The images correspond to the WGS 84 orbit, Zone 24, with date of passage in the days (May 15, June 16, July 18, August 3 and September 20, all dates for the year 2016) . The landsat 8 satellite was chosen for having a satisfactory 16-day pass-through frequency and displaying 30-pixel-resolution images at 12 bits per pixel, providing a large amount of information per pixel. Oscillating values with respect to the areas that present RV, RV and SN, showed this behavior possibly due to characteristics of the hyperxerophytic vegetation itself, present in the Caatinga environment, NDVI values were lower than the SAVI values.

KEYWORDS: NDVI. SAVI. Temporal analysis.

1 | INTRODUÇÃO

As técnicas de geoprocessamento têm sido amplamente utilizadas para monitorar as características biofísicas e as ações antrópicas na Terra, de modo que nos últimos anos o zoneamento do uso do solo tem sido realizado visando identificar áreas que necessitam de um manejo adequado, tanto em relação à erosão do solo quanto ao

vigor da vegetação, auxiliando a estabelecer condições de uso sustentável (OLIVEIRA et al., 2012).

Atualmente a utilização de índices espectrais derivados do sensoriamento remoto tem despertado o interesse de profissionais que procuram meios de medir a biomassa e cobertura vegetal; visto que a quantificação de biomassa e também da quantidade de vegetação de áreas agrícolas a partir de análise com o solo podem demorar a gerar um resultado e ter um alto custo, principalmente em regiões semiáridas, onde a produtividade é geralmente baixa (EISFELDER et al., 2012).

Entende-se que um dos índices mais importantes para avaliar as condições de um ecossistema é a cobertura vegetal, e sua condição está indiretamente ligada a atividades antrópicas, agropecuárias, desmatamento e desertificação (WANG et al., 2015). Porém, quantificar de forma efetiva as mudanças que ocorrem na vegetação durante um grande espaço de tempo é ainda um desafio para os estudos agrícolas e ambientais. E uma forma que tem se mostrado eficiente para essa medição é o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), que é derivado da diferença entre a refletância na banda vermelha e na faixa do infravermelho próximo (ZHENG et al.; 2018).

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) é um índice amplamente utilizado. No entanto, em regiões com vegetação esparsa ou solos que geram altos valores de refletância, por exemplo, solos secos; podem produzir resultados tendenciosos com biomassa verde e cobertura vegetal (HORNING et al., 2010; YAGCI et al., 2014; LEE et al., 2016). Para reduzir variabilidade causada pela refletância do fundo do solo, iluminação, e variação do ângulo, os cientistas de sensoriamento remoto abordaram isso através da utilização de novos índices de vegetação espectral que podem acomodar maior variabilidade devido à refletância do solo, por exemplo; Índice de Vegetação Ajustada pelo Solo (SAVI). O NDVI continua sendo usado para estimar biomassa e cobertura em áreas com variados tipos de vegetação, porém seu uso em áreas semiáridas está se tornando cada vez mais escasso, especialmente em regiões com solos arenosos (ZHENG, et. al. 2018).

Desse modo, os índices de vegetação permitem fornecer subsídios para a compreensão dos fenômenos ambientais, além da possibilidade de planejamento estratégico em situações distintas, como por exemplo, no planejamento urbano (ALVARENGA; MORAES, 2014).

Assim, a pesquisa ora apresentada justifica-se na demonstração da utilização de índices de vegetação por meio de técnicas de sensoriamento remoto, sendo o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) e o Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI), destacando a importância de se ter seletividade na escolha do índice de vegetação mais apropriado para a área e para a finalidade da pesquisa proposta que é representar e discriminar a cobertura vegetal do município de Mossoró/RN.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no município de Mossoró, que está localizado no estado do Rio Grande do Norte, na região Nordeste do Brasil, com Longitude W 37° 20' 00", Latitude S 5° 11' 00", e altitude média de 18 m. Possui uma área da unidade territorial 2.099,333 km², com densidade demográfica 123,76 hab./km², correspondendo a 3,9% da área de todo o estado (IBGE, 2010).

O clima predominante é o semiárido e, segundo a classificação de KÖPPEN, do tipo BSw'h', ou seja, seco, muito quente, com a estação chuvosa concentrada entre o verão e o outono, apresentando estação seca de 7 a 9 meses, com regime de chuvas irregulares. Possui temperatura média de 27,4 ° C e umidade relativa do ar de 70% (IDEMA, 2000).

Dentre os solos presentes no município, predominam os Cambissolos, solos de alta fertilidade que apresentam textura argilosa, geralmente rasa e moderadamente drenada, ocupando áreas de relevo plano com predominância de caatinga hiperxerófila, cujas plantas são bem adaptadas à dessecação local (EMBRAPA, 2006).

Utilizou-se imagens de satélite do sensor Operational Land Imager (OLI) do satélite Landsat 8, para cobrir toda a extensão do município de Mossoró, obtida da base de dados da UFGS (Science for a Changing World) disponível em (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). As imagens correspondem à órbita com projeção cartográfica UTM, datum WGS 84 e Zona 24, com data de passagem nos dias: 15 de maio, 16 de junho, 18 de julho, 03 de agosto e 20 de setembro, todas as datas referentes ao ano de 2016. O satélite landsat 8 foi escolhido por apresentar uma frequência de passagem satisfatória de 16 dias, além de apresentar imagens com resolução de 30 metros por pixel com 12 bits por pixel, proporcionando uma grande quantidade de informações por pixel. Foram utilizadas 5 categorias, essas categorias estão divididas por colocações distintas entre si (C1 cor vermelha, C2 cor azul, C3 cor amarela, C4 cor verde claro e C5 cor verde escuro).

Para os cálculos e formação das imagens utilizou-se o software QGis 2.14.16. Bem como, para parte das análises, foi utilizado Excel®. Não houve necessidade de correção dos dados em função de possíveis ruídos causados por sombras ou nuvens, pois, as imagens utilizadas foram obtidas com apenas 10% ou menos de nuvens.

Foram utilizadas imagens do satélite Landsat 8, essas imagens referem-se as bandas 4 e 5 do satélite, bandas com resoluções espectrais do vermelho (0.630 - 0.680 μ m) e infravermelho próximo (0.845 - 0.885 μ m).

Os índices de vegetação estudados foram NDVI e SAVI. Que são os índices espectrais de vegetação mais utilizados para estimar a vegetação por satélites. Com os dados de reflectância é possível obter o NDVI com a seguinte equação (proposto por Rouse et al., 1973).

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{Red}}{\rho_{NIR} + \rho_{Red}} \quad (1)$$

Sendo ρ_{NIR} referente à banda do infravermelho próximo e ρ_{Red} banda do vermelho no sensor Landsat 8. O NDVI é um índice relacionado com a condição e quantidades de vegetação (BORATTO; GOMIDE, 2013), é sensível à clorofila e outros pigmentos que captam a radiação solar (RISSO et al., 2009), tendo como ponto positivo do seu uso, a melhor visualização das reais condições de sanidade das plantas presente na área amostral.

Para amenizar esses efeitos provenientes do solo, foi criado o índice de vegetação ajustado para o solo (SAVI), que pode ser observado com a seguinte equação.

$$SAVI = \frac{(\rho_{NIR} - \rho_{Red})}{L + \rho_{NIR} + \rho_{Red}} \cdot (1 + L) \quad (2)$$

Onde ρ_{NIR} é a banda do infravermelho próximo, ρ_{Red} é a banda do vermelho e L é o fator de ajuste para o substrato do dossel. O fator de ajuste é variável quanto à densidade da vegetação. Para cobertura vegetal de menor densidade o fator L é 1,0; para cobertura densidade vegetal intermediária o fator será 0,5, e para altas densidades, fator 0,25. (HUETE, 1988). Esses valores no fator L presente no SAVI permitem uma melhor distinção da condição de sanidade da vegetação, levando em consideração cada tipo de vegetação que se encontra presente dentro da imagem amostrada, diminuindo assim os efeitos da presença do solo no espectro de radiação, na ocasião do uso do SAVI, o que não ocorre no NDVI. O índice SAVI equivalerá ao índice NDVI quando o fator L for igual à zero (DEMARCHI et al., 2011).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da aplicação das equações em cada banda sugerida para os cálculos, obtiveram-se primeiramente os dados do NDVI para o município de Mossoró/RN.

Os valores de nuvens e água foram negativos em ambos os índices, resultado semelhante encontrado por Santiago et al. (2009) ao analisar a cobertura vegetal através dos Índices de Vegetação (NDVI, SAVI e IAF) no entorno da Barragem do Botafogo/PE.

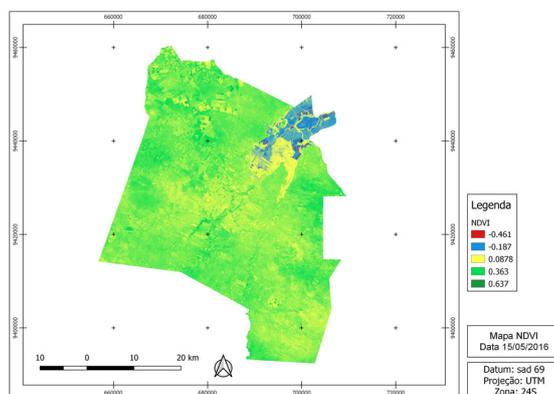
Áreas com colorações mais claras se referem a um tipo de vegetação mais densa, ao passo que colorações mais escuras se referem a áreas de solo exposto ou vegetação incipiente. Os maiores valores de NDVI correspondem aos Números Digitais (ND) mais elevados, que se relacionam às áreas de vegetação com maior vigor (BORATTO; GOMIDE, 2013). Enquanto os menores valores equivalem aos ND baixos, representando as áreas de vegetação estressada, bem menos densas ou até

mesmo áreas desnudas (JENSEN, 2009).

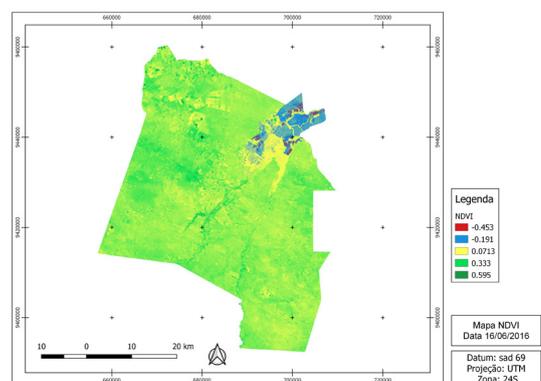
Segundo Ferreira (2013), as precipitações também podem afetar os valores dos índices, pois promovem redução da radiação refletida pelo solo e no caso da Caatinga, aumentam o índice de área foliar da vegetação após um evento chuvoso.

Onde, os dados encontrados mostraram uma grande oscilação da quantidade de vegetação referente a cada classe, possivelmente impulsionada pela mudança do clima durante o período amostral, pois, foram registrados 36,9 e 28,3 mm de chuva nos meses de abril e maio do presente ano de estudo, o que pode ter alterado o comportamento da vegetação, desencadeando um processo de crescimento de folhas, o que alterariam os valores tanto do NDVI quanto do SAVI.

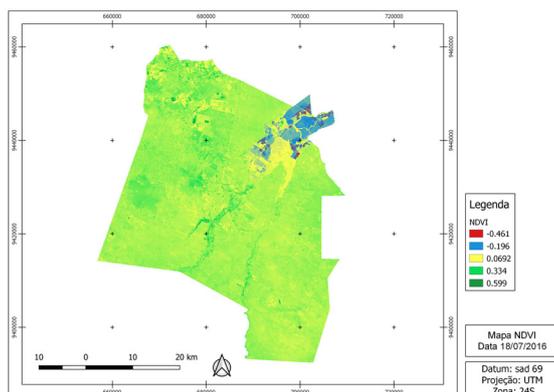
A Figura 1 mostra os valores de NDVI para os 5 momentos de medição, onde observa-se que as imagens mostram um comportamento semelhante para todas as datas analisadas, com índices de vegetação que em valores próximos dentro de cada categoria.



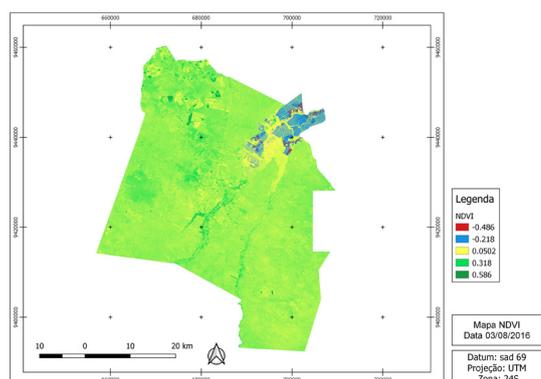
a) Mapa NDVI para o dia 15/05/2016.



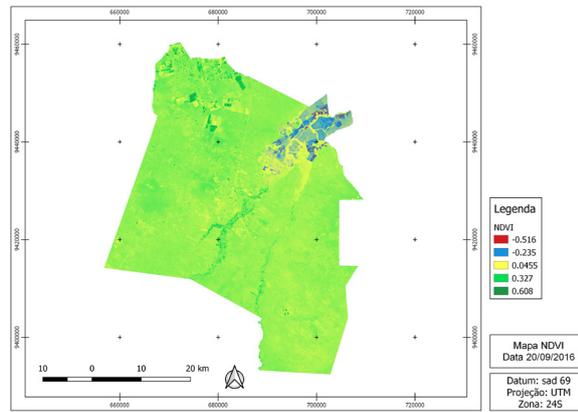
b) Mapa NDVI para o dia 16/06/2016.



c) Mapa NDVI para 18/07/2016



d) Mapa NDVI para 18/07/2016.



e) Mapa NDVI para 20/09/2016

Figura 1. Classificação não supervisionada, com base em imagens formadas a partir dos valores de NDVI para o período avaliado.

Verifica-se nas imagens acima que os locais representados para C5 são mais frequentes nas imagens dos dias 15/05/2016 e 16/06/2016, o que vem ao encontro do período chuvoso na região de Mossoró/RN, que se dá entre os meses de maio e junho, mostrando assim, um maior vigor vegetativo durante esses dois períodos. Já para a imagem referente ao dia 20/09/2016 pode-se verificar uma presença maior da cor amarela azul e vermelha, dando a entender que, com a paralização das chuvas na região, a vegetação hiperxerófita predominante nas áreas de Caatinga começa a passar por um período de estresse hídrico, tendo como reflexo de resposta a esse fenômeno, a senescência das folhas presentes na vegetação nativa, causando assim um surgimento maior de áreas com baixo vigor vegetativo.

A Figura 2 representa a oscilação dos valores referentes ao NDVI encontrado para a cidade de Mossoró/RN em 5 momentos no ano de 2016, em que esses valores variaram de um mínimo de -0,453 no dia 18 de julho, a um valor máximo de 0,637 no dia 16 de junho, bem como também mostra uma extrema determinação entre os valores ($R^2 = 0,99$).

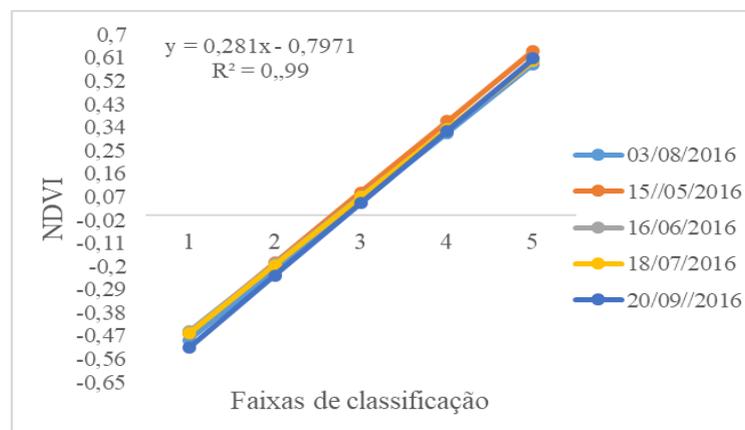
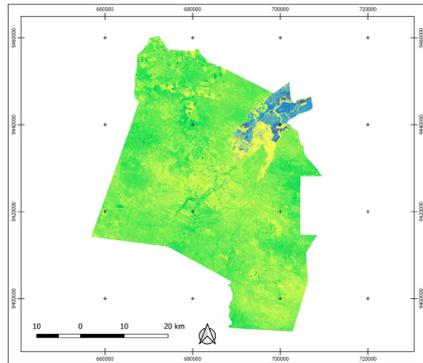


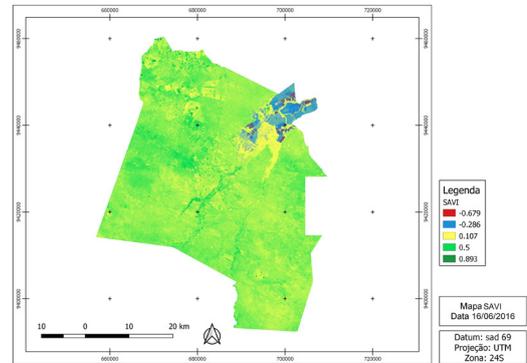
Figura 2. Comportamento do NDVI encontrados para a cidade de Mossoró/RN em 5 datas no ano de 2016, com variação nos valores de NDVI comparando os 5 momentos de coleta.

O método SAVI por outro lado, tendo como diferença o fator de ajuste ao tipo predominante de vegetação, tem como característica apresentar dentro de cada uma das classes, valores maiores em comparação com as imagens do NDVI.

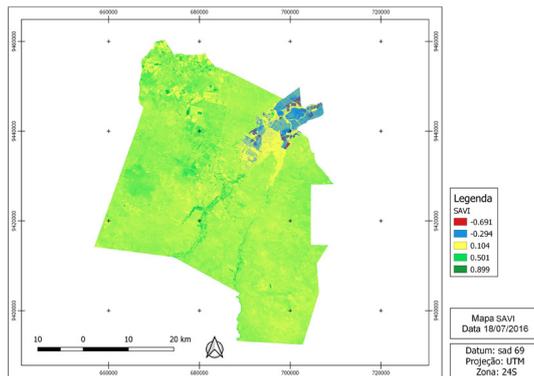
A Figura 3, mostra os valores de SAVI para os 5 momentos de medição, as imagens mostram um comportamento semelhante para todos os momentos, com índices de vegetação que em valores próximos dentro de cada categoria.



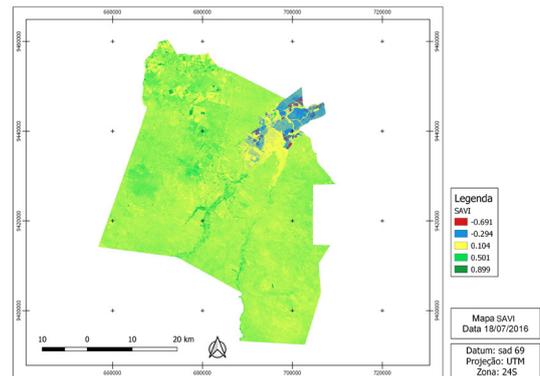
a) Mapa SAVI para o dia 15/05/2016.



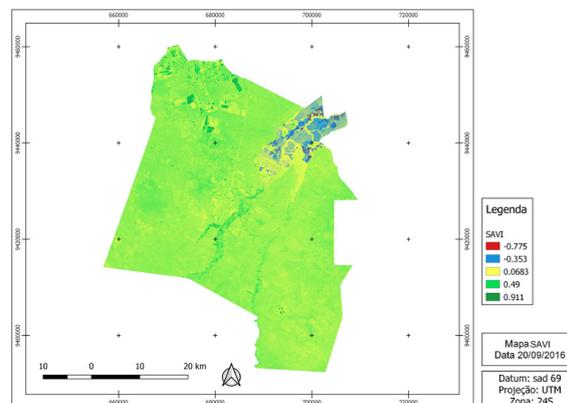
b) Mapa SAVI para o dia 16/06/2016.



c) Mapa SAVI para 18/07/2016



d) Mapa SAVI para 18/07/2016.



e) Mapa SAVI para 20/09/2016

Figura 3. Classificação não supervisionada, com base em imagens formadas a partir dos

valores de SAVI para o período avaliado.

Pode-se observar nas imagens acima que os locais representados para C5 são mais frequentes nas imagens dos dias 15/05/2016 e 16/06/2016, assim como no caso do NDVI, porém pode-se encontrar nas imagens valores maiores que os presentes no NDVI dentro de cada categoria, mostrando assim o efeito causado pelo uso do fator de ajuste que é posto para o SAVI.

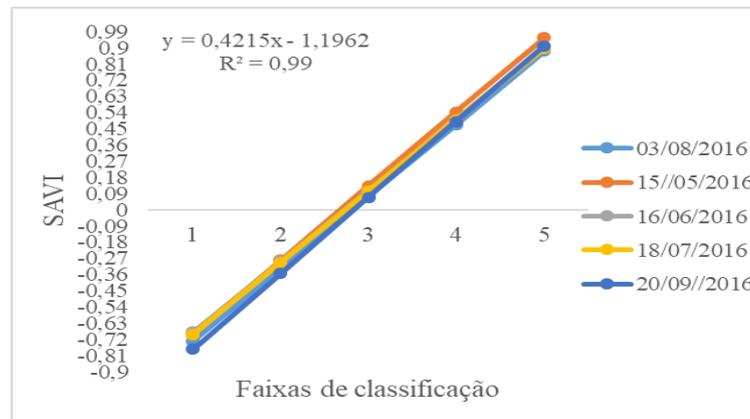


Figura 4. Comportamento do SAVI encontrados para a cidade de Mossoró em 5 datas no ano de 2016 variação nos valores de SAVI comparando os 5 momentos de coleta.

Constata-se na Figura X anterior, que esta representa a oscilação dos valores referentes ao NDVI encontrado para a cidade de Mossoró/RN em 5 momentos no ano de 2016, esses valores variaram de um mínimo de -0,775, a um valor máximo de 0,911, todos no dia 20 de setembro de 2016, além de também mostrar uma extrema determinação entre os valores ($R^2 = 0,99$).

Para que não ocorresse um resultado tendencioso, os mesmos foram divididos em cinco classes para ambos os métodos. O índice resultante do cálculo e os valores de SAVI e NDVI encontrados para os 5 momentos de avaliação selecionados para o trabalho pode ser observado a seguir na Tabela 2.

Datas	C1	C2	C3	C4	C5
SAVI					
15/05/2016	-0,692	-0,280	0,132	0,544	0,956
16/06/2016	-0,679	-0,286	0,107	0,5	0,893
18/07/2016	-0,691	-0,294	0,104	0,501	0,899
03/08/2016	-0,729	-0,327	0,0753	0,47	0,880
20/09/2016	-0,775	-0,353	0,0683	0,49	0,911
NDVI					
15/05/2016	-0,461	-0,187	0,0878	0,363	0,637
16/06/2016	-0,453	-0,191	0,0713	0,333	0,595
18/07/2016	-0,461	-0,196	0,0692	0,334	0,599
03/08/2016	-0,486	-0,218	0,0502	0,318	0,586

Tabela 2. Valores de SAVI e NDVI para cada data de amostragem.

Os valores referentes a cada índice mostram que, os valores de SAVI são superiores aos valores de NDVI em todos os momentos, esses valores superiores aos valores vistos no NDVI, foram causados pelo fato do SAVI possuir um valor de ajuste chamado valor L, onde no trabalho assumiu-se 0,5.

No trabalho de Braz et al. (2015), os resultados para os índices do SAVI, apresentaram maior presença nos índices da vegetação, isso porque, segundo o autor, a constante “L” diminui a influência da resposta espectral do solo no cálculo do SAVI.

Esse resultado também foi encontrado por Rêgo et al. (2012), onde o NDVI apresentou menores índices que o SAVI ao comparar os índices de vegetação NDVI e SAVI no município do Cariri/PB. Os índices do SAVI correspondem a alvos com maior densidade de vegetação.

O SAVI na análise multitemporal resulta em informações a respeito de um aumento tanto da espacialização quanto da densidade da vegetação no município de Mossoró/RN.

Vale ressaltar que os índices de vegetação não devem ser o único parâmetro utilizado em estudos sobre as alterações ocorridas na dinâmica da cobertura vegetal, devem ser utilizados como um importante indicador dessas alterações, que devem ser estudadas com maior nível de detalhamento, principalmente através de trabalhos de campo.

4 | CONCLUSÕES

Valores oscilantes no que diz respeito às áreas representativas das classes, mostraram esse comportamento possivelmente por características da própria vegetação hiperxerófila, presente em ambiente de Caatinga, que tem como ponto principal uma rápida resposta as mudanças no regime hídrico.

Parte desse comportamento pode advir de condições de chuva presente em períodos variáveis ao longo do ano, onde as chuvas se concentram nos primeiros meses do ano, e param quase completamente nos últimos meses.

Foi possível observar o uso e a viabilidade positiva das técnicas de sensoriamento remoto como suporte na decisão no monitoramento da cobertura vegetal.

Os valores de NDVI se mostraram menores que os valores de SAVI.

Foi observada a presença de valores negativos em ambos os índices, podendo significar presença de locais de solo exposto ou áreas com a presença de água.

A maioria dos locais que apresentam a colocação vermelha e azul são áreas de salina, próximas ao município de Assu-RN

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, A. S.; MORAES, M. F. **Processamento digital de imagens LANDSAT – 8 para obtenção dos índices de vegetação NDVI e SAVI visando a caracterização da cobertura vegetal no município de Nova Lima – MG.** In: Revista MundoGeo, 77, jul. /ago., 2014. Disponível em: <http://mundogeo.com/blog/2014/06/10/processamento-digital-de-imagens-landsat-8-para-obtencao-dos-indices-de-vegetacao-ndvi-e-savi-visando-a-caracterizacao-da-cobertura-vegetal-no-municipio-de-nova-lima-mg/> Acesso: 12 dez 2017.
- BORATTO, I. M. P.; GOMIDE, R. L. **Aplicação dos índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF na caracterização da cobertura vegetativa da região Norte de Minas Gerais.** In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. (SBSR), Foz do Iguaçu-PR. Anais, São José dos Campos: INPE. p. 7345-7352, 2013.
- BRAZ, A. M.; ÁGUAS, T. A.; GARCIA, P. H. M. **Análise de índices de vegetação NDVI e SAVI e Índice de Área Folear (IAF) para a comparação da cobertura vegetal na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho, município de Selvíria – MS.** Revista Percurso – Nemo, v. 7, n.2, p. 05- 22, Maringá, 2015.
- DEMARCHI, J. C.; PIROLI, E. L.; ZIMBACK, C. R. L. **Análise temporal do uso do solo e comparação entre os índices de vegetação NDVI e SAVI no município de Santa Cruz do Rio Pardo – SP usando imagens Landsat – 5.** Revista Raega, v.21, p.234-271, 2011.
- EMBRAPA (Campinas - Sp). **Mapa LANDSAT - Land Remote Sensing Satellite.** 2013. Disponível em: <https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/sat/conteudo/missao_landsat.html>. Acesso em: 10 dez. 2017.
- EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisas de Solos.** Sistema de classificação de solos. Brasília: Embrapa Produção de Informações, 2006. 306 p.
- FERREIRA, E. M. **Geoprocessamento aplicado ao monitoramento ambiental, texto: análise quantitativa de parâmetros biofísicos de bacia hidrográfica obtidos por sensoriamento remoto.** Revista eletrônica de Engenharia Civil. Volume 7, nº 1. 2013.
- HUETE, A.R. **A soil-adjusted vegetation index (SAVI).** Remote Sensing of Environment, v. 25, p. 295-309, 1988. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/220040775_Huete_A_R_A_soil-adjusted_vegetation_index_SAVI_Remote_Sensing_of_Environment>. Acesso em: 15 dez. 2017.
- INSTITUTO DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE (IDEMA). **Perfil do seu município.** Mossoró: 2000. Disponível em: <http://www.idema.rn.gov.br>. Acesso em: 15 dez. 2017.
- JENSEN, J. R **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres.** 2ª ed., São José dos Campos: Parêntese, 2009.
- LATORRE, M.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; CARVALHO, A. P. F.; SHIMABUKURO, Y. E. **Correção atmosférica: conceitos e fundamentos.** Espaço & Geografia, v.5, n.1, p.153-178, 2002.
- LOPES, H. L.; ACCIOLY, L. J. O.; CANDEIAS, A. L. B.; SOBRAL, M. C. **Análise de índices de vegetação na bacia do Rio Brígida, Sertão do Estado de Pernambuco.** In: III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife - PE, p. 01 - 08, jul., 2010.
- NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações.** 3ª ed., São Paulo: 2008.
- OLIVEIRA, T. H.; GALVÍNCIO, J. D.; SILVA, J. S.; SILVA, C. A.V.; SANTIAGO, M. M.; MENEZES, J. B.; SILVA, H. A.; PIMENTEL, R. M. M. **Avaliação da Cobertura Vegetal e do Albedo da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó com Imagens do Satélite Landsat 5.** In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Anais, Natal: INPE, abril, p. 2865-2872, 2009.

OLIVEIRA, L. M. T. **Estudo das Regiões Fitoecológicas brasileiras pela FAPAR/NDVI e relações com séries temporais de dados pluviométricos**. 2008. 226 p. Tese (doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2008.

OLIVEIRA, L. M. M.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; ANTONINO, A. C. D.; SILVA, B. B.; MACHADO, C. C. C.; GALVÍNIO, J. D. **Análise quantitativa de parâmetros biofísicos de bacia hidrográfica obtidos por sensoriamento remoto**. Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 47, n.9, p. 1209 - 1217, Set. 2012.

POLONIO, V. D. **Índices de vegetação na mensuração do estoque de carbono em áreas com cana-de-açúcar**. 2015. 73p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Energia na Agricultura). Universidade Estadual paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2015.

REGO, S. C. A., LIMA, P. P. S., LIMA, M. N. S., MONTEIRO, T. R. R., **Análise comparativa dos índices de vegetação NDVI e SAVI no município de São Domingos do Cariri-PB**. Revista Geonorte, Edição Especial, V.2, N.4, p.1217 – 1229, 2012.

RISSO, J.; RIZZI, R.; EPIPHANIO, R. D. V.; RUDORFF, B. F. T.; FORMAGGIO, A. R.; SHIMABUKURO, Y. E.; FERNANDES, S. L. **Potencialidade dos índices de vegetação EVI e NDVI dos produtos MODIS na separabilidade espectral de áreas de soja**. In: XIV Simpósio de Sensoriamento Remoto (SBSR), Natal – RN. Anais, São José dos Campos: INPE. p. 379 – 386, abr., 2009.

ROSENDO, J. dos S. **Índices de Vegetação e Monitoramento do uso do solo e cobertura vegetal na Bacia do rio Araguari -MG - utilizando dados do sensor Modis**. 2005. 130 p. Dissertação (Mestrado em Geografia e Gestão do Território) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2005.

SANTIAGO, M. M. SILVA, H. A. GALVINCIO, J. D. OLIVEIRA, T. H. **Análise da Cobertura Vegetal Através dos Índices de Vegetação (NDVI, SAVI e IAF) no Entorno da Barragem do Botafogo-PE**. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 3003-3009.

SILVA, D. S. **Utilização de imagem de NDVI para análise temporal da cobertura vegetal: estudo de caso: Teresópolis/RJ**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14. (SBSR), 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 3071-3078. DVD, On-line. ISBN 978-85-17-00044-7. (INPE-15962-PRE/10571). Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2008/11.18.01.26.42/doc/3071-3078.pdf>>. Acesso em: 7 dez. 2017.

WANG, J., WANG, K., ZHANG, M. **Impacts of climate change and human activities on vegetation cover in hilly southern China**. Ecol. Eng. 81 (2015), 451–461.

ZHENG, Y., HAN, J., HUANG, Y., FASSNACH, S. XIE, S. LV, E., CHEN, M. **Vegetation response to climate conditions based on NDVI simulations using stepwise cluster analysis for the Three-River Headwaters region of China**. Ecological Indicators 92 (2018) 18–29

EISFELDER, C., KUENZER, C., DECH, S. **Derivation of biomass information for semi-arid areas using remote-sensing data**. Int. J. Remote Sens. 33, (2012) 2937–2984.

HORNING, N., ROBINSON, J.A., STERLING, E.J., TURNER, W., SPECTOR, S. **Remote Sensing for Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques**. Oxford University Press. 2010.

YAGCI, A.L., DI, L., DENG, M. **The influence of land cover-related changes on the ndvi-based satellite agricultural drought indices**. In: Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS). 2014 IEEE International, IEEE. pp. 2054–2057.

LEE, M.H., LEE, S.B., EO, Y.D., PYEON, M.W., MOON, K.I., HAN, S.H. **Analysis on the effect of Landsat NDVI by atmospheric correction methods**. In: Advances in Civil, Architectural, Structural

and Constructional Engineering: Proceedings of the International Conference on Civil, Architectural, Structural and Constructional Engineering, Dong-A University, CRC Press, Busan, South Korea, August 21–23, 2015.

p. 375.

LINHARES, S.; GEWANDSZBAJDER, F. **Biologia Hoje** - Vol 3. São Paulo: ed. Ática, 1998.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE PÃO DE QUEIJO ELABORADO COM FOLHAS DESIDRATADAS E ÓLEO ESSENCIAL DE ORÉGANO (*Origanum vulgare* L.)

Tatiane Regina Alves da Cunha

Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, IFMT campus Bela Vista, Cuiabá/MT

Tatiane Rodrigues Silva

Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, IFMT campus Bela Vista, Cuiabá/MT

Carla Luciane Kreutz Braun

Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFPEL, Pelotas/RS

Krishna Rodrigues de Rosa

Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, UFSM, Santa Maria/RS

José Masson

Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, IFMT campus Bela Vista, Cuiabá/MT

RESUMO: O pão de queijo é um produto tradicional, que possui grande aceitação no mercado interno e tendência acentuada de expansão no mercado externo. Neste estudo foi avaliada a preferência de consumidores (provadores não-treinados) quanto à adição de diferentes concentrações de condimentos (orégano e seu óleo essencial) em pão de queijo. Todas as amostras de pão de queijo foram preparadas com a mesma massa, porém com adições de orégano em diferentes

concentrações e formas, folha desidratada e óleo essencial nas concentrações (para ambas formas) de 0,5%, 1,0% e 1,5%. Foram realizados ensaios físico-químicos (pH, umidade, acidez e cinzas) e testes sensoriais afetivos (escala hedônica e intenção de compra). Foram obtidos resultados satisfatórios com as formulações do pão de queijo com orégano desidratado, já as formulações com óleo essencial não tiveram boa aceitação. Sugere-se assim a continuidade de testes utilizando o orégano como complemento, visando à inserção de um produto diferenciado no mercado.

PALAVRAS-CHAVE: Pão de queijo, Perfil de aceitação, *Origanum vulgare* L.

1 | INTRODUÇÃO

O pão de queijo é um produto tradicional de Minas Gerais, que possui grande aceitação no mercado interno e tendência acentuada de expansão no mercado externo (MINIM, 2000). A sua formulação envolve a mistura de amido de mandioca, queijo e outros ingredientes que conferem ao produto sabor, aroma e textura característicos. A receita básica de pão de queijo inclui ovos, queijo, leite, sal, manteiga ou óleo e polvilho azedo ou doce, sendo que o polvilho e o queijo apresentam grandes variações quanto ao tipo e forma de utilização

(CARVALHO, 2001).

Apesar de sua aceitação, o pão de queijo ainda não tem um padrão de qualidade e tecnologia de produção definidos devido à grande variedade de ingredientes opcionais (MINIM, 2000). Diversas formulações industriais, semi-industriais e caseiras são comercializadas e igualmente identificadas como pão de queijo, incluindo até mesmo purê de batata, farinha de milho, recheios e aromas artificiais como ingredientes. No mercado nacional, o produto pode ser apresentado pronto para o consumo, congelado ou ainda em pó para posterior adição de alguns ingredientes (PEREIRA, 2001).

O pão de queijo pode ser uma fonte reconhecida de carboidratos, além de ser um produto de panificação isento de glúten, o que o coloca como alimento alternativo para pacientes celíacos, alérgicos às proteínas do trigo (PEREIRA *et al.*, 2004).

Conciliando o desejo de produtos mais práticos, que geralmente necessitam de agentes conservadores para prolongar sua vida de prateleira, e mais saudáveis, uma opção encontrada é o uso de especiarias, a exemplo o orégano, esses compostos estão relacionados com propriedades antimicrobianas e antioxidantes.

O regulamento técnico para especiarias, RDC n. 276/2005 do Ministério da Saúde, reconhece o uso de duas espécies no Brasil: o orégano chileno (*Origanum vulgare* L.) e o orégano mexicano (*Lippia graveolens* Kunth), na forma de folhas e talos (BRASIL, 2005).

O orégano (*Origanum vulgare* L.) é uma planta pertencente à família Labiatae, originária das regiões da Ásia e Europa mediterrânea, apresentando muitas espécies, sendo todas aromáticas. É uma erva perene, com altura de 25 a 80 cm e com raízes na forma de caules subterrâneos com folhas pequenas, ovais e pecioladas, medindo de 1 a 5 cm. As flores são pequenas e apresentam cores, púrpura, rosa, branco ou uma mistura delas. Seu óleo essencial apresenta como compostos majoritários o carvacrol e timol, sendo considerado um tônico para o aparelho digestivo (LAMBERT *et al.*, 2001; VALERO & SALMERÓN, 2003; SIATIS *et al.*, 2005). Pesquisas realizadas por Chen & Ho (1997), indicaram a presença do ácido rosmarínico e outros ácidos fenólicos no orégano. Segundo estes, eles participam de neutralização dos radicais livres. Posteriormente, Prestes (2006) estudou a influência do carvacrol e timol como tônicos para o aparelho digestivo.

Considerando que cada vez mais a população está em busca de alimentos de fácil e rápido preparo, como os congelados, o pão de queijo apresenta vantagens de incluir ingredientes de fácil aquisição em sua formulação e sua massa poder ser congelada, satisfazendo as necessidades dos consumidores (PEREIRA *et al.*, 2004). O pão de queijo um produto de boa aceitação pelos consumidores e de densidade energética considerável, torna-se interessante formular um produto diferenciado com a utilização de orégano em sua formulação, então buscou-se avaliar as características físico-químicas e sensoriais de formulações de pão de queijo com diferentes concentrações de orégano desidratado e óleo essencial de orégano.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para elaboração dos pães de queijo foram utilizadas matérias-primas adquiridas em comércio local: multimistura, água, ovos, orégano desidratado e óleo essencial de orégano. Foram realizados testes preliminares a fim de obter a melhor formulação mediante avaliação da textura da massa, aparência e volume dos pães de queijo, em todas as formulações foram utilizados a multimistura, água e ovos. Na tabela 1 são apresentadas as diferentes concentrações utilizadas de orégano desidratado e óleo essencial de orégano, sendo que a formulação 1 é considerada o padrão.

Formulação	Concentrações de orégano
1	0% orégano desidratado; 0% óleo essencial de orégano
2	0,5% orégano desidratado; 0% óleo essencial de orégano
3	1,0% orégano desidratado; 0% óleo essencial de orégano
4	1,5% orégano desidratado; 0% óleo essencial de orégano
5	0% orégano desidratado; 0,5% óleo essencial de orégano
6	0% orégano desidratado; 1,0% óleo essencial de orégano
7	0% orégano desidratado; 1,5% óleo essencial de orégano

Tabela 1 – Formulações do pão de queijo e as diferentes concentrações de orégano.

Foram elaboradas três repetições de cada formulação. Os pães de queijo foram misturados em batedeira industrial (marca G. Paniz) durante cinco minutos, em velocidade baixa. A massa foi dividida em porções de $15 \pm 0,5g$ e moldadas manualmente em formato esférico. As unidades de pães de queijo foram assadas em condições padronizadas de tempo (30 minutos) e temperatura ($180^{\circ}C$) em forno elétrico (forno turbogás; marca Lieme).

Foram realizadas análises de pH, acidez, umidade e cinzas conforme a metodologia Normas Analíticas Adolfo Lutz (IAL, 2008). Para a análise estatística dos resultados físico-químicos foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade com auxílio do programa Assistat Versão 7.7 beta, 2016 desenvolvido pelo Prof. Dr. Francisco de A. S. e Silva da Universidade Federal de Campina Grande, Brasil.

Para verificar a influência da utilização de orégano na elaboração de pão de queijo, foram elaboradas fichas de avaliação e aplicados os testes sensoriais com 53 provadores não treinados, oriundos da comunidade [Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial SENAI Cuiabá e do Instituto Federal de Mato Grosso – Campus Bela Vista (estudantes, professores e funcionários)] mediante testes hedônicos para os atributos: cor, odor, textura, sabor, aparência e aceitação global, com a utilização de uma escala hedônica estruturada por nove pontos variando desgostei muitíssimo a gostei muitíssimo, utilizando-se a metodologia 165/IV recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) e de intenção de compra com uma escala 5 pontos que varia de compraria

sempre (5) a nunca compraria (1).

As amostras foram servidas nas seguintes condições: em uma sala de aula, em pratos de papel, codificados com algarismos de três dígitos escolhidos de forma aleatórios acompanhadas com um copo de água mineral.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análises físico-químicas

Pode-se observar que os resultados analíticos variaram com relação e diferiram estatisticamente entre si, destaca-se o aumento da umidade e cinzas nas formulações com orégano, tanto desidratado quanto óleo essencial comparados ao padrão (formulação 1), conforme expresso na Tabela 2. Hafemann *et al.*, (2015) ao adicionar óleo essencial de orégano na fabricação de queijo ricota observou diferença no teor de umidade, todavia os demais atributos físico-químicos avaliados permaneceram sem alterações significativas.

Análises	Formulações						
	1	2	3	4	5	6	7
pH	5,88 ^b	5,93 ^a	5,85 ^c	5,85 ^c	5,69 ^e	5,81 ^d	5,92 ^a
Umidade (%)	70,30 ^g	70,58 ^f	73,16 ^c	73,00 ^e	75,03 ^a	73,88 ^b	73,05 ^d
Acidez (%)	1,93 ^f	1,99 ^d	2,54 ^b	2,84 ^a	2,07 ^c	1,96 ^e	1,95 ^{ef}
Cinzas (%)	2,19 ^d	2,24 ^c	2,30 ^b	2,36 ^a	2,34 ^a	2,29 ^b	2,25 ^c

Tabela 2 – Resultados das análises físico-químicas das diferentes formulações do pão de queijo com folhas desidratadas e óleo essencial de orégano.

*Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

3.2 Análise Sensorial

A maioria dos provadores pertencia a faixa etária abaixo de 20 anos (83%), 40% relataram consumirem, pouco o pão de queijo e 24% disseram quase nunca consumirem pão de queijo.

Pôde-se verificar que as amostras de pão de queijo padrão e com orégano desidratado tiveram boa aceitação, variando em sua maioria de 5 a 9 pontos na escala hedônica para os atributos de cor, odor, textura, sabor e aparência, já para o pão de queijo com óleo essencial a variação em sua maioria foi de 1 a 7 pontos na escala hedônica para os mesmos atributos. Estes resultados refletiram igualmente na avaliação da aceitação global. E quanto a intenção de compra, a amostra padrão os provadores optaram na maioria pela compra da formulação 1 ou 2, sendo que as para as formulações 3 a 7 a opção foi por talvez sim/não compraria.

4 | CONCLUSÃO

Foram obtidos resultados sensoriais satisfatórios do pão de queijo adicionado de orégano desidratado, mas em contrapartida as formulações do pão de queijo com óleo essencial de orégano não tiveram boa aceitação com relação a formulação padrão. Sendo assim é válido a realização de novos testes visando a aplicação de outras concentrações de óleo essencial de orégano e orégano desidratado. Há também uma necessidade de pesquisa sobre a viabilidade comercial e vida de prateleira do produto.

REFERÊNCIAS

- BRASIL, Ministério da Saúde. Resolução nº 276, de 22 de setembro de 2005. **Aprova o Regulamento técnico para especiarias, temperos e molhos**. Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005.
- CARVALHO, H.P. UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, Departamento de Ciência dos Alimentos. **Desenvolvimento de novos produtos: o caso do pão de queijo forno de minas**, 2001. 152p. Dissertação (Mestrado).
- CHEN, J.H.; HO, C.T. Antioxidant activities of caffeic acid and its related hydroxycinnamic acid compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.45, p.2374–2378, 1997.
- HAFEMANN, S.P.G.; AVANÇO, G.B.; SCAPIM, M.R.S.; ANTIGO, J.S.; POZZA, M.S.S.; MADRONA, G.S. Ricota com Adição de Óleo Essencial de Orégano (*Origanum vulgare* Linneus): Avaliação Físico-Química, Sensorial e Microbiológica. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.17, n.3, p.317-323, 2015.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. 4º Ed., 2008. 1020 p.
- LAMBERT, R.J.W. *et al.* A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. **Journal of Applied Microbiology**, v.91, p.453-462, 2001.
- MINIM, V.P.R. *et al.* Perfil sensorial e aceitabilidade de diferentes formulações de pão de queijo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.20, n.2, p.154-159, 2000.
- PEREIRA, J. UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, Departamento de Ciência dos Alimentos. **Caracterização química, física, estrutural e sensorial do pão de queijo**, 2001. 222p. Tese (Doutorado).
- PEREIRA, J. *et al.* Função dos ingredientes na consistência da massa e nas características do pão de queijo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.4, p.494-500, 2004.
- PRESTES, Luciana de Souza; UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS. **Avaliação *in vitro* da atividade de diferentes extratos de *Origanum vulgare* L. e *Thymus vulgaris* frente a microrganismos de importância veterinária**, 2006. 48p, Dissertação (Mestrado).
- SIATIS, N.G. *et al.* Rapid Method for Simultaneous Quantitative Determination of Four Major Essential Oil Components from Oregano (*Origanum* sp.) and Thyme (*Thymus* sp.) Using FT-Raman Spectroscopy. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.53, p.202-206, 2005.
- VALERO, M.; SALMERÓN, M.C. Antibacterial activity of 11 essential oils against *Bacillus cereus* in tyndallized carrot broth. **International Journal of Food Microbiology**, Oxford, v. 85, n.1-2, p. 73-81, 2003.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA SILAGEM DE SORGO COM ADIÇÃO DE BAGAÇO DE CAJU DESIDRATADO: MATÉRIA SECA, PROTEÍNA BRUTA, FDN E FDA

Jesane Alves de Lucena

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, centro de ciências agrárias
Mossoró – RN

Vítor Lucas de Lima Melo

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Programa de Pós-Graduação em Produção Animal
Mossoró – RN

Raisa Raquel da Cunha Menezes

Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – RN

Cicília Maria Silva de Souza

Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Apodi – RN

Hilton Felipe Marinho Barreto

Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Apodi – RN

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi determinar a composição química da silagem de sorgo associado ao bagaço de caju em diferentes níveis de substituição. A silagem foi confeccionada a partir de sorgo (*Sorghum bicolor*) e bagaço de caju, adicionando-se no momento da ensilagem o bagaço do caju desidratado (BCD) nas proporções de 0; 8; 16 e 24% com base na matéria natural. Foram confeccionados 96 minissilos, abertos aos 3, 7, 14, 21, 28 e 35 dias de armazenamento.

Foram coletadas alíquotas de 300g da silagem no momento da ensilagem e na abertura dos minissilos, posteriormente sendo determinados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) de acordo com a metodologia descrita por Detmann et al. (2012). As crescentes substituições do bagaço de caju desidratado (BCD) proporcionaram elevações ($P < 0,05$) nos teores de MS das silagens, significativas em todos os níveis de substituição, independentemente do tempo de armazenamento nos silos. Os teores de proteína bruta (PB) das silagens foram elevados ($P < 0,05$) com a substituição do BCD. As variações observadas nos teores de FDN dentro de cada nível de substituição pelo BCD, em relação aos diferentes dias de abertura dos silos, pouco contribuíram para que se pudesse concluir sobre os efeitos dos diferentes dias da ocorrência do processo fermentativo sobre os teores de FDN das silagens. A substituição da forragem de sorgo pelo bagaço de caju pode ser realizada em até 16% por não comprometer a composição química da silagem.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo de caju, Fibra em detergente neutro, Fibra em detergente ácido, composição química

ABSTRACT: The objective of this work was to determine the chemical composition of sorghum

silage associated to cashew residue at different levels of substitution. The silage was made from sorghum (*Sorghum bicolor*) and cashew residue, adding at the moment of silage the dehydrated cashew residue (BCD) in the proportions of 0; 8; 16 and 24% based on natural matter. 96 mini silos were prepared and opened at 3, 7, 14, 21, 28 and 35 days of storage. 300g samples were collected from the silage at the time of its preparation and at the opening of the mini silos, samples with 300g were collected from the silage at the time of its preparation and at the opening of the mini silos, after which the dry matter (DM), crude protein (PB), neutral detergent insoluble fiber (FDN) and acid detergent insoluble fiber (FDA) were determined according to the methodology described by Detmann et al. (2012). The crude protein (PB) levels of the silages were high ($P < 0.05$) with the substitution of BCD. The observed variations in the FDN contents within each substitution level by the BCD, in relation to the different days of opening of the silos, contributed little to the conclusion of the effects of the different days of the occurrence of the fermentation process on the FDN contents of the silages. The substitution of sorghum forage by cashew residue can be performed up to 16% as it did not compromise the chemical composition of the silage.

KEYWORDS: Cashew residue, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, chemical composition

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca na atividade frutífera sendo o terceiro maior produtor de frutas, atrás apenas da China e da Índia (RODRIGUES, 2015). A região Nordeste possui os maiores índices de produtividade das espécies frutíferas tropicais destacando-se principalmente o caju (96,5%), melão (94,6%), manga (70,1%), coco (68,9%), mamão (52,4%), maracujá (50,9%), goiaba (45,4%), abacaxi (43,5%), banana (37,4%) e a melancia (27,8%) (IBGE, 2016). Os Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí com 356; 147 e 116 mil hectares plantados, respectivamente, apresentaram produção do pedúnculo de caju entre 2,0 milhões e 2,5 milhões de toneladas por ano (LEITE et al., 2013). Durante os meses de alta produção ocorre um grande desperdício de pedúnculos no campo e principalmente nas indústrias, gerando um acúmulo de resíduo no meio ambiente e que, sem que haja um destino adequado, gera poluentes na atmosfera, água e solo (SIQUEIRA; BRITO, 2013).

Tendo em vista esses prejuízos, o aproveitamento desses resíduos da indústria de frutas tem o grande potencial de substituir, de forma parcial, alguns componentes básicos da composição das rações dos animais (RAMOS et al., 2006). Estudos relatam que os resíduos de frutas estudados apresentaram composições químicas semelhantes aos alimentos tradicionais como o farelo de algodão, milho e soja, atendendo as condições mínimas de funcionamento ruminal e evidenciando a capacidade desses subprodutos servirem como aliados a dieta dos animais.

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi determinar a composição química

da silagem de sorgo associado ao bagaço de caju em diferentes níveis de substituição.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As regiões tropicais possuem inúmeras espécies forrageiras com grande potencial para alimentação animal, contudo, o sorgo vem sendo bastante utilizado por se tratar de uma espécie com alta capacidade produtiva e valor nutricional elevado (OLIVEIRA et al., 2010). O Sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) é uma das espécies forrageiras mais utilizadas por possuir alta capacidade produtiva, apresentar valores adequados de matéria seca (MS), por ser resistente às épocas de estiagem (ROSA, 2012), assim como por apresentar altas concentrações de carboidratos solúveis que são essenciais para que ocorra um processo fermentativo eficiente (NEUMANN et al, 2002).

Aliada às características adequadas para utilização do sorgo está o potencial de utilização de resíduos oriundos da indústria de beneficiamento de frutas, uma vez que o Brasil é um dos principais produtores de frutas do mundo, são mais de 42,5 milhões de toneladas produzidos em 2,2 milhões de hectares distribuídos em toda sua extensão territorial (ALMEIDA et al., 2013). Na região Nordeste esse setor encontra-se em desenvolvimento mesmo com clima semiárido e os Estados do Rio Grande do Norte e Ceará lideram a produção frutícola. O uso de subprodutos agroindústrias, como no caso, o bagaço das frutas pode levar ao barateamento dos custos de produção desses animais e menor tempo de produção, já que a alimentação perfaz até 70% dos custos desta atividade (ALMEIDA et al., 2014).

Dentre as principais frutas cultivadas no Nordeste, o caju se destaca por produzir mais de 90% de toda produção nacional (IBGE, 2016), tendo como os principais produtores Ceará (48,4%), Rio Grande do Norte (23,5%) e Piauí (19,8%). A produção anual do pedúnculo situa-se entre 2 e 2,5 milhões de toneladas, sendo desperdiçadas em média cerca de 1,5 milhão de toneladas, o que representa 75% da produção dos nove Estados nordestinos (HOLANDA et al., 2010).

O caju em sua maioria é utilizado pela agroindústria para produção de sucos e doces, gerando um resíduo chamado bagaço de caju que pode ser reaproveitado na suplementação animal de forma natural ou desidratado. Segundo Moraes (2007) existem variações na composição química do bagaço de caju quanto aos teores de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido com valores variando de 86 a 91,52%; 14 a 19,7%; 55,9 a 79,2% e 28,4 a 68,6%, respectivamente, sendo necessária a avaliação da composição quando for associado a silagem de sorgo.

Dantas Filho et al., (2007) avaliando a viabilidade econômica da inclusão de polpa de caju desidratada (0, 10, 20, 30 e 40% de polpa de caju desidratada - PCD) na alimentação de ovinos, concluiu que dieta em níveis de até 30% proporcionou o melhor retorno econômico quando comparado com os outros níveis. Ferreira (2004)

estudando características químicas e fermentativas das silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum Schum*) com diferentes níveis de adição de bagaço de caju, com níveis 0%, 12%, 24%, 36% e 48%, conclui com base nos resultados obtidos, que a adição de bagaço de caju na ensilagem do capim elefante, melhorou suas características fermentativas e o valor nutricional, consumo das silagens, podendo então, ser utilizado na alimentação de ruminantes.

3 | METODOLOGIA

O ensaio experimental foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), no Módulo Experimental de Pequenos Ruminantes, pertencente ao Núcleo de Estudos em Avaliação de Plantas Forrageiras e Nutrição de Ruminantes no Semiárido do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – NUPPA/NUTRISA/IFRN, localizado no Município de Apodi/RN.

A silagem foi confeccionada com a forragem de sorgo (*Sorghum bicolor*), colhida quando os grãos atingiram o estágio farináceo, e por bagaço de caju, adquirido ainda úmido em agroindústrias de suco, desidratado em secador solar e, em seguida, triturado. No momento da ensilagem, o sorgo foi substituído pelo bagaço do caju desidratado (BCD) nas proporções de 0; 8; 16 e 24%, com base na matéria natural.

Foram confeccionados 96 minissilos com tubos PVC (50 cm de altura e 15 cm de diâmetro), sendo preenchidos com as matérias-primas, previamente trituradas e homogeneizadas, e compactadas com o auxílio de um soquete de madeira, procurando manter uma densidade próxima a 600 kg/m³ e abertos aos 3, 7, 14, 21, 28 e 35 dias de armazenamento.

Foram coletadas alíquotas de 300g da silagem no momento da ensilagem (pré-ensilagem) e na abertura dos minissilos, sendo as mesmas acondicionadas em sacos plásticos vedados, identificadas e armazenados em freezer. As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do IFRN – Campus Apodi, onde foram determinados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) de acordo com a metodologia descrita por Detmann et al. (2012).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 7, sendo utilizados sete tempos de aberturas e quatro repetições. Após as análises foi realizada a análise de variância e o teste de Tukey, a 5% de significância, para comparação de médias.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

As crescentes substituições do bagaço de caju desidratado (BCD) proporcionaram elevações ($P < 0,05$) nos teores de MS das silagens, sendo verificadas diferenças para esta variável em todos os níveis de substituição, independente do dia de armazenamento nos silos (Tabela 1). Os teores de MS variaram de 32,2% (nível 0% no 21º dia de armazenamento) a 49,5% (nível 24% no 35º dia de armazenamento).

Em relação aos dias de armazenamento dos silos, no nível 0% de BCD apenas o material pré-ensilado (tempo de abertura 0) diferiu ($P < 0,05$) de todos os demais (37,06% de MS). Nos dias 3; 7 e 14, os teores de MS não diferiram entre si, com média de 35,53%, enquanto que nos dois maiores tempos de armazenamento (28 e 35 dias) foram alcançados valores semelhantes ($P > 0,05$), com média de 36,37% de MS

Dias de armazenamento	Níveis de substituição do bagaço do caju desidratado (%)				CV(%)
	0	8	16	24	
0	37,06 Ad	38,44 Dc	42,42 Fb	44,37 Ea	0,32
3	35,45 DEd	39,38 Cc	42,83 EFb	45,67 Da	
7	35,32 DEd	40,10 Bc	43,64 CDb	48,56 Ba	
14	35,83 CDd	38,27 Dc	43,91 Cb	47,00 Ca	
21	32,23 Ed	40,34 Bc	45,17 Bb	48,47 Ba	
28	36,50 Bd	40,07 Bc	43,15 DEb	46,80 Ca	
35	36,24 BCd	41,61 Ac	46,03 Ab	49,53 Aa	

Tabela 1 - Teores médios de matéria seca (MS) de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor*, L.) associada a níveis crescentes do bagaço de caju (*Anacardium occidentale*, L.) desidratado em diferentes tempos de armazenamento

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na mesma coluna e pela mesma letra minúscula na mesma linha não diferem pelo Teste de Tukey ($P > 0,05$).

Diferentemente do observado para as silagens sem substituição do BCD, em todos os outros níveis (8; 16 e 24%) em que o BCD substituiu o sorgo no momento da ensilagem, os maiores teores de MS foram obtidos apenas no 35º dia de abertura dos silos (41,61; 46,03 e 49,53%, respectivamente).

No nível de substituição de 8% do BCD, os teores de MS superaram os 40% de MS ($P > 0,05$) quando os silos foram abertos depois dos 7; 21; 28 e 35 dias de armazenamento. Enquanto que nos maiores níveis de substituição do BCD (16 e 24%) os teores MS obtidos no material pré-ensilado (tempo 0 de abertura do silo) já foram superiores a 40% (42,42 e 44,47%, respectivamente) diferindo-os ($P < 0,05$) daqueles obtidos nas silagens advindas dos silos abertos no 7º a 35º dias para o nível de adição de 16% de BCD e daqueles obtidos nas silagens oriundas dos silos abertos no 3º a 35º dias de armazenamento.

Nesse estudo verificou-se que não houve excesso de umidade no momento da ensilagem do sorgo já que, de acordo com a Tabela 1, o mesmo apresentou valores

na pré-ensilagem de que variaram de 32,23 a 37,06% de MS. Valores estes que se encontra dentro da faixa citada por Silveira (1975) como ideal para a ocorrência de uma boa conservação da forragem. No caso em questão, a adição do BCD fez com que os teores de MS fossem elevados alcançando-se o máximo de 49,53% de MS nas silagens com 24% de BCD oriundas dos silos que foram abertos no 35o após a ensilagem.

Dias de armazenamento	Níveis de substituição do bagaço do caju desidratado (%)				CV(%)
	0	8	16	24	
0	7,18 Ab	7,40 Db	8,90 Aba	9,20 Bca	
3	6,93 Ac	7,72 CDb	9,48 Aa	9,01 Bca	
7	7,07 Ab	7,73 CDb	9,51 Aa	9,57 Aba	
14	7,24 Ab	7,40 Db	9,40 Aa	8,77 Ca	2,03
21	6,98 Ac	9,11 Ab	9,49 Aab	9,94 Aa	
28	7,23 Ab	8,8 Aba	9,34 Aa	9,03 Bca	
35	6,89 Ac	8,22 BCb	8,45 Bb	9,97 Aa	

Tabela 2 - Teores médios de proteína bruta (PB) de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor*, L.) associada a níveis crescentes do bagaço de caju (*Anacardium occidentale*, L.) desidratado em diferentes tempos de armazenamento

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na mesma coluna e pela mesma letra minúscula na mesma linha não diferem pelo Teste de Tukey ($P > 0,05$)

Os teores de proteína bruta (PB) das silagens foram elevados ($P < 0,05$) com a substituição do BCD, onde o maior teor de PB (9,97%) foi obtido nas silagens com 24% de BCD oriunda dos silos que foram abertos após 35 dias de armazenamento (Tabela 2). Nas silagens com 0% de BCD foram encontrados os menores teores de PB (6,89%). Verificou-se que os maiores teores de PB foram obtidos nos dois maiores níveis de substituição do BCD (16% e 24%). As exceções para esta afirmativa foram observadas apenas no 21o e 28o dias de armazenamento dos silos, quando as silagens contendo o BCD apresentaram valores semelhantes ($P > 0,05$), com diferenças ($P < 0,05$) apenas quando estes mesmos valores foram comparados aos obtidos nas silagens sem adição do BCD (6,98 e 7,23%, respectivamente).

O processo fermentativo da ensilagem, quando eficiente, tende a causar os menores danos possíveis aos componentes proteicos e energéticos do material ensilado, garantindo a manutenção da qualidade da silagem, em termos nutricionais semelhantes ao material pré-ensilado. Para que isto possa acontecer, a duração do processo de fermentação deve ser aquela necessária para que as maiores quantidades de ácidos orgânicos sejam produzidas para que os valores de pH possam ser reduzidos e promovam a paralisação da atividade microbiana indesejáveis dentro do silo, garantindo assim a obtenção da silagem como produto final.

Com base no exposto, é de se esperar que quanto mais tempo o processo

fermentativo demore, haverá a tendência de diminuição dos constituintes nutricionais da planta, dentre eles a proteína, uma vez que os processos de proteólise podem ocorrer em maior ou menor extensão ao longo das diferentes fases do processo.

Ao se avaliar os diferentes tempos de armazenamento dos silos, e a consequente variação no que diz respeito aos teores de PB das silagens, verificou-se que sem a adição do BCD não foram encontradas diferenças para os componentes proteicos e que com adição de 16%, estes teores só foram reduzidos nas silagens que passaram por 35 dias de processo fermentativo. No caso das silagens com 8 e 24% de BCD, os teores de PB não acompanharam o mesmo tipo de resposta exposta acima, sendo, neste caso, verificado uma grande variação nos teores de proteínas ao longo dos dias de armazenamento.

Destaca-se que mesmo as silagens que não receberam o BCD no momento da ensilagem apresentaram teores de proteína bruta acima dos valores mínimos de 6 a 8%, citados por Van Soest (1994) como necessários para a ocorrência de uma boa fermentação ruminal nos casos de consumo exclusivo desta fonte alimentar. As demais silagens produzidas com 8; 16 e 24% de BCD naturalmente possuiriam teores proteicos superiores, já que o BCD possui 6,35 unidades percentuais a mais de PB do que o sorgo quando pré-ensilados, desde que o processo fermentativo ocorresse de forma eficiente com a menor ocorrência possível de processos proteolíticos.

A substituição da forragem de sorgo por 8 e 16% de BCD na ensilagem não promoveu diferenças ($P > 0,05$) nos teores de FDN das silagens quando estes foram comparados aos teores obtidos nas silagens sem substituição da forragem de sorgo na maioria dos tempos de armazenamento (Tabela 3). Apenas a silagem proveniente da abertura de minissilos com 28 dias de armazenamento e 16% de BCD diferiram ($P < 0,05$) dos mesmos teores encontrados nas silagens com 0 e 8%.

As variações observadas nos teores de FDN dentro de cada nível de substituição pelo BCD, em relação aos diferentes dias de abertura dos silos, pouco contribuíram para que se pudesse concluir sobre os efeitos dos diferentes dias da ocorrência do processo fermentativo sobre os teores de FDN das silagens. Os maiores valores numéricos para esta variável foram obtidos nas silagens com 24% no 21o de armazenamentos (63,42%) enquanto que os menores foram observados nas silagens sem adição do BCD no momento da ensilagem (47,44%).

De acordo com Van Soest (1994) a proporção da parede celular que sofreu lignificação associada a quantidade do conteúdo celular podem determinar as características e o valor nutritivo dos alimentos e forragens. A FDN corresponde à reconstituição da parede celular com os seus principais componentes (celulose, hemiceluloses e lignina) e esta pode determinar o maior ou menor consumo dos alimentos dependendo da sua concentração presente.

Dias de armazenamento	Níveis de substituição do bagaço do caju desidratado (%)				CV(%)
	0	8	16	24	
0	47,44 Cb	52,91 Bb	54,29 Bb	58,21 Ba	
3	56,90 Aa	55,17 Ba	57,62 ABa	57,62 Ba	
7	55,36 ABa	56,20 Ba	56,53 Ba	57,58 Ba	
14	56,64 Ab	60,53 Aab	57,04 ABab	61,05 Aba	1,67
21	56,53 ABbc	53,37 Bc	57,70 ABb	63,42 Aa	
28	52,72 Bb	54,05 Bb	60,89 Aa	61,09 Aba	
35	58,51 Aab	55,97 Bb	58,34 ABab	60,71 Aba	

Tabela 3 - Teores médios de fibra em detergente neutro (FDN) de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor*, L.) associada a níveis crescentes do bagaço de caju (*Anacardium occidentale*, L.) desidratado em diferentes tempos de armazenamento

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na mesma coluna e pela mesma letra minúscula na mesma linha não diferem pelo Teste de Tukey ($P>0,05$)

A adição do BCD proporcionou elevações nos teores de FDN das silagens, principalmente quando se adicionou 16 e 24% de BCD, e isto pode promover a redução do consumo voluntário dos animais alimentados com estas silagens devido ao consumo de maiores teores de fibra (Mertens 1992). Este autor explica que ao se consumir alimento com elevado teor de fibra e baixa concentração de energia (característico de alimentos volumosos) o consumo voluntário é limitado pelo efeito do enchimento físico do alimento exercido no rúmen. Para Candido et al. (2007), níveis iguais ou acima de 70% provocam limitação quanto ao consumo.

A substituição da forragem de sorgo pelo BCD elevou ($P<0,05$) os teores de FDA das silagens, principalmente quando foram comparadas as silagens associadas ao BCD e a silagem de sorgo (Tabela 4). Quando se comparou as silagens com os diferentes níveis de substituição pelo BCD grande parte das diferenças não foram significativas ($P>0,05$).

Os materiais da pré-ensilagem, sem associação com o BCD, apresentaram os menores teores de FDA (25,63%), enquanto que o nível de 16% de substituição e aos três dias de armazenamento dos silos foram verificados os maiores teores de FDA (39,01%).

Elevações nos teores de FDA podem promover a diminuição da digestibilidade dos alimentos, pois se elevam as concentrações dos teores lignocelulósicos que possuem muito baixa possibilidade de aproveitamento durante o processo de digestão ruminal (Mertens, 1992). Os níveis de BCD por possuírem maiores componentes lignocelulósicos (46,17%) do que a forragem de sorgo (32,42%) no momento da ensilagem, contribuíram para as elevações nos teores de FDA das silagens produzidas.

Dias de armazenamento	Níveis de substituição do bagaço do caju desidratado (%)				CV(%)
	0	8	16	24	
0	25,63 Cc	31,34 ABb	35,17 ABa	33,51 BCab	
3	30,29 Ab	32,01 ABb	39,01 Aa	32,91 Cb	
7	28,45 ABCc	32,00 ABb	35,10 Bab	37,81 Aa	
14	27,38 ABCb	33,42 Aa	36,25 ABa	36,36 Aba	2,56
21	29,52 Abc	29,82 Bc	34,31 Bb	38,43 Aa	
28	26,73 BCc	32,89 ABab	29,94 Cbc	36,10 ABCa	
35	30,51 Abc	29,54 Bc	38,75 Aa	33,07 BCb	

Tabela 4 - Teores médios de fibra em detergente ácido (FDA) de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor*, L.) associada a níveis crescentes do bagaço de caju (*Anacardium occidentale*, L.) desidratado em diferentes tempos de armazenamento

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na mesma coluna e pela mesma letra minúscula na mesma linha não diferem pelo Teste de Tukey ($P > 0,05$)

5 | CONCLUSÕES

A substituição da forragem de sorgo pelo bagaço de caju desidratado no momento da ensilagem pode ser realizada em até 16% por não comprometer a composição química da silagem.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Jean Sardinha de et al. Utilização de subprodutos de frutas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutrime**, Goiás, v. 11, n. 03, p.3430-3443, maio/junho 2014.

ALMEIDA, S.C., DÖRR, A.C., ZULIAN, A., e SIDALI, K.L. Análise econômica da citricultura de Rosário do Sul/RS: um enfoque sobre a adoção de programas de certificação socioambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 11, n. 11, p.2427-2436, jun. 2013.

silagens de capim-elefante contendo subproduto desidratado do maracujá. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 36, n. 5, p.1489-1494, 14 maio 2007.

DANTAS FILHO, L.A. et al. Inclusão de polpa de caju desidratada na alimentação de ovinos: desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.1, p.147-154, 2007.

DETMANN, E. et al. Métodos para análise de alimentos. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2012. 214p.

FERREIRA, A.C.H., NEIVA, J.N.M., RODRIGUEZ, N.M., LOBO, R.N.B. e VASCONCELOS, V.R. Valor nutritivo das silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subprodutos da indústria do suco de caju. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.6, p.1380-1385, 2004.

formulation. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. Anais..., Lavras: SBZ, 1992. p.1-33.

HOLANDA, J. S.; TORRES, J. F; OLIVEIRA, M. T; FERREIRA FILHO, L.; HOLANDA, A. C. Da carne de caju à carne de cordeiro. Natal: Emparn, 2010. 42 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Pecuária Municipal. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/tabela1ppm.shtm>>. Acessado em: 28 jan. 2017.

LEITE, D.F.L., AGUIAR, E.M., HOLANDA, J.S., RANGEL, A.H.N, AURELIANO, I.P.L,

MEDEIROS, V.B. e LIMA JÚNIOR, D.M. Valor nutritivo do resíduo de caju desidratado associado a diferentes concentrados. Acta Veterinaria Brasilica, v.7, n.1, p.66-72, 2013.

MERTENS, D.R. Analysis of fiber in feeds and its use in feed evaluation and ration

formulation. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. Anais..., Lavras: SBZ, 1992. p,1-33.

MORAES, S. A. de. Subprodutos da agroindústria e indicadores externos de digestibilidade aparente em caprinos. 2007, 57f. Tese (Doutorado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; BRONDANI, I.L.; PELLEGRINI, L.G.; FREITAS, A.K. Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 31, n. 1, supl. p. 293-301, jan. 2002.

OLIVEIRA, Leandro Barbosa de et al. Produtividade, composição química e características agrônomicas de diferentes forrageiras. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 11, n. 38, p.2111-2115, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v39n12/a07v39n12.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2017.

RAMOS, L. S. N; LOPES, J. B.; FIGUEIREDO, A. V.; FREITAS, A. C.; FARIAS, L. A.; SANTOS, L.S.; SILVA, H. O. Polpa de caju em rações para frangos de corte na fase final: desempenho e característica da carcaça. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 35, n. 3, p. 804-810, 2006.

RODRIGUES, Roberto. FRUTAS PARA O MUNDO. 2015. Disponível em: <http://gvagro.fgv.br/sites/gvagro.fgv.br/files/u5/01_2015_FRUTAS_PARA_O_MUNDO.pdf>. Acesso em: 15 maio 2017.

ROSA, Wilson José. Cultura do Sorgo. 2012. Série Ciências Agrárias. Disponível em: <http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/MATERIAL_TECNICO/a_cultura_do_sorgo.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2017.

SILVEIRA, A. C. Técnicas para produção de silagens In: Simpósio sobre Manejo de Pastagens, 2º Piracicaba, ESALQ, 1975. Anais. P. 156-180.

SIQUEIRA, A. M. de A.; BRITO, E. de S. Aproveitamento do bagaço do caju para alimentação humana e utilização em outras indústrias de alimentos. In: ARAÚJO, J. P. P. de. (Ed.). Agronegócio caju: práticas e inovações. Brasília, DF: Embrapa, 2013. Parte 5, cap. 3, p. 349-362

VAN SOEST, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2 ed. Ithaca: Cornell University

CONJUNTURA DO MERCADO DA BANANA NO BRASIL E NO ESTADO DO PARÁ

Erika da Silva Chagas

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém - Pará

Ricardo Falesi Palha de Moraes Bittencourt

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém - Pará

Italo Marlone Gomes Sampaio

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – Pará

Letícia Cunha da Hungria

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – Pará

Camila Gurjão da Costa

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém - Pará

Italo Claudio Falesi Palha de Moraes Bittencourt

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém - Pará

RESUMO: O estudo teve como objetivo analisar a evolução da produção e do comércio de bananas no âmbito nacional e regional, destacando o Estado do Pará, no período de 1995 a 2017, bem como enfatizar a importância econômica da cultura para o mercado brasileiro. Esta pesquisa foi elaborada tendo como base o banco de dados obtido junto ao site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), disponível no Sistema IBGE

de Recuperação Automática (SIDRA), onde foram extraídos dados acerca da área plantada e produção de banana no mercado nacional e regional referentes aos anos de 2002 a 2017. Quanto a produção nacional, destacam-se como maiores produtores os estados de São Paulo, Bahia e Santa Catarina, contribuindo com 16%, 13% e 11% do que é produzido no país, respectivamente. No estado do Pará, quinto maior produtor nacional (responsável por 8% da produção total), destacam-se os municípios de Novo Repartimento, Rurópolis e Altamira, responsáveis por 31% da produção total do estado. Apesar dos gargalos no que tange a organização e institucionalização da cadeia produtiva, por outro lado, observa-se a demanda interna e externa aumentar, o que mantém o mercado aquecido, destacando a relevância desta cultura.

PALAVRAS-CHAVE: produção, banana, cadeia produtiva.

ABSTRACT: The objective of this study was to analyze the production and growth of bananas at the national and regional levels, highlighting the State of Pará, from 1995 to 2017, with emphasis on the economic analysis of the market. This research was elaborated based on the database of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), available in the IBGE Automatic Recovery System (SIDRA),

where the data on the planted and banana production area were extracted. national and regional markets for 2002 to 2017. As a national production, they stand out as the largest producers in the states of São Paulo, Bahia and Santa Catarina, contributing 16%, 13% and 11% of what is produced in the country, respectively. In the state of Pará, the largest national producer (responsible for 8% of total operations), the posting of new territories, Rurópolis and Altamira, responsible for 31% of the state's total production. Despite the bottlenecks in the organization and institutionalization of the production chain, on the other hand, internal and external demand is observed to increase, which keeps the market warm, highlighting the relevance of this culture.

KEYWORDS: production, banana, productive chain.

1 | INTRODUÇÃO

A banana é considerada uma das principais frutas consumidas no mundo, por seu valor nutricional e sabor. Em seu aspecto nutricional, oferece vitaminas A, B e C, minerais como cálcio, potássio e ferro, além de baixos valores calóricos e de gordura, sendo seu material sólido formado por carboidratos e proteínas (BORGES, et al. 2004).

Além disso, o cultivo da banana possui grande relevância social e econômica, servindo como fonte de renda para muitas famílias de agricultores, gerando postos de trabalho no campo e na cidade (FIORAVANÇO, 2003). No Brasil, a bananicultura está presente em todos os estados, com uma área plantada de aproximadamente 470 mil hectares em 2017. Em nível nacional, os maiores produtores são os estados de São Paulo e Bahia, que juntos correspondem por uma porcentagem significativa na produção (IBGE, 2017).

O Brasil está entre os três maiores produtores mundiais de frutas, cuja produção ultrapassa 40 milhões de toneladas. A cadeia produtiva das frutas abrange 3 milhões de hectares e gera emprego e renda. O Brasil atende ao mercado externo com a oferta de frutas tropicais e de clima temperado durante boa parte do ano, isto se dá pela extensão territorial do país, posição geográfica e condições de clima e solo que permitem tal situação (SEAB-DERAL, 2012). A fruta de maior produção é a laranja, com o volume de 16,7 milhões de toneladas em 2015, em seguida a banana ocupa o segundo lugar, com o volume de 6,8 milhões de toneladas (SEAB-DERAL, 2017). A produção brasileira de banana no ano de 2016 foi de 6.764.324 toneladas numa área colhida de 474.944 hectares (IBGE, 2017).

Atualmente no Estado do Pará tem aproximadamente 44 mil hectares ocupados pela bananicultura, sendo esta uma das atividades mais importantes da Região Norte (IBGE, 2017). A expansão dessa cultura, em grande parte, está associada à da cacauicultura, pois seus plantios, no estado, são efetuados predominantemente de forma consorciada, visto ser a bananeira utilizada para sombreamento da cultura do cacau (FAPESPA, 2015).

Com base no que foi exposto, o presente estudo teve como objetivo analisar a

evolução da produção e da bananicultura em âmbito nacional e regional com ênfase no estado do Pará entre os anos de 1995 a 2017.

2 | METODOLOGIA

O seguinte trabalho foi elaborado com base no banco de dados fornecidos no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, onde foram extraídos dados acerca da produção de banana no mercado nacional e estadual. Os dados analisados foram referentes aos anos de 1995 a 2017.

Posteriormente, a pesquisa envolveu o método de natureza qualitativo, onde buscou-se informações das atividades relacionadas, em artigos acadêmicos, dissertações e teses, bem como a realização de levantamento bibliográfico (revisão teórica) das teorias que deram suporte à pesquisa.

Diante dos resultados adquiridos nas bases de dados, foi realizada a análise dos dados utilizando o programa EXCEL, por meio da estatística descritiva, representada por gráficos e tabelas, o qual foi analisado os dados.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

No Brasil predominavam baixas produções em grandes extensões territoriais (Figura 1). Nos últimos 10 anos manteve uma produção média de 6,9 milhões de toneladas ao ano, tendo decréscimo na produção entre 2007 e 2009. No período de 2000/2003 houve um aumento significativo na produção de banana, este fato pode ser explicado pelo aumento no volume das exportações que chegaram a triplicar neste período. Os principais importadores de banana do Brasil nesse período foram Uruguai, Argentina, Reino Unido e Itália, este último deixou de ser um dos maiores importadores no ano de 2016 (FAO, 2017).

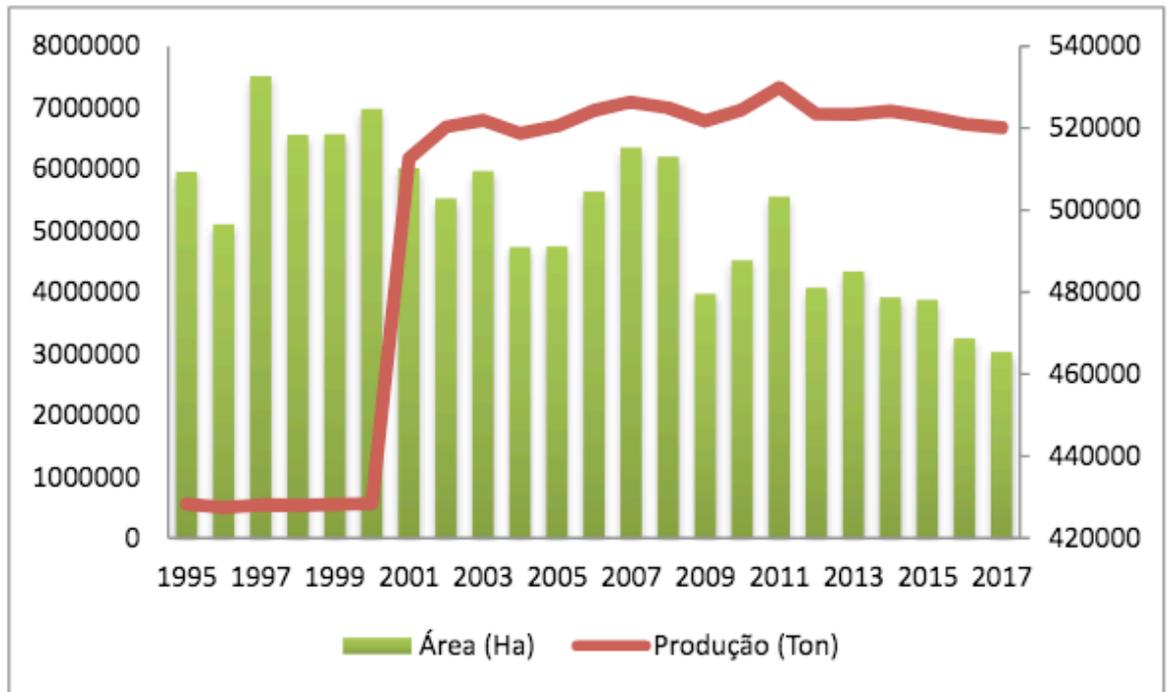


Figura 1. Progressão da produtividade nacional da bananicultura. Fonte: Elaborado a partir de dados IBGE, 2017.

Os Estados de São Paulo e Bahia se destacam, como os maiores produtores de banana no cenário nacional no ano de 2017, contribuindo com 29% da produção (Figura 2). Observa-se que a concentração da produção de banana no Brasil encontra-se principalmente no Sudeste, em seguida no Nordeste (Figura 2).

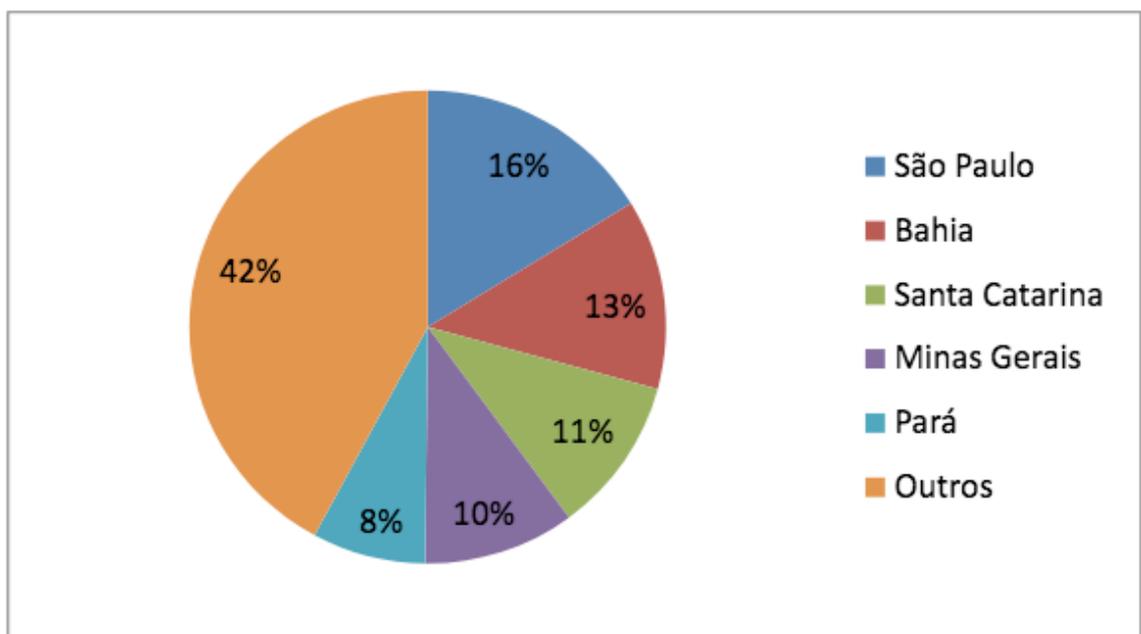


Figura 2. Maiores produtores nacionais de bananas. Fonte: Elaborado a partir de dados do IBGE, 2017.

Os maiores estados produtores possuem alto valor de produção, chegando aproximadamente 1,5 bilhões de reais, com destaque para os estados de São Paulo, Bahia, e Minas Gerais. O cultivo desta frutífera conferiu ao país mais de 8 bilhões de

reais no ano de 2017, contribuindo significativamente na economia nacional. Na tabela 1 estão presentes o valor da produção dos cinco maiores produtores nacionais.

UF	Valor da Produção (em Mil Reais)	%
São Paulo	1669699	20.08454
Bahia	931809	11.20858
Santa Catarina	742716	8.934013
Minas Gerais	731457	8.79858
Pará	667785	8.032679
Outras	3302204	39.72169
Total	8313353	100

Tabela 1. Valor da produção dos cinco estados com maior produção de banana. Fonte: Elaborado a partir de dados do IBGE, 2017.

A região norte em contraste com a extensa área plantada e das vantagens de clima e solo favoráveis para o desenvolvimento vegetativo da cultura, não apresentou produtividade satisfatória se comparados os períodos de 1995 a 2000 e 2001 a 2015, conforme mostra a Figura 3.

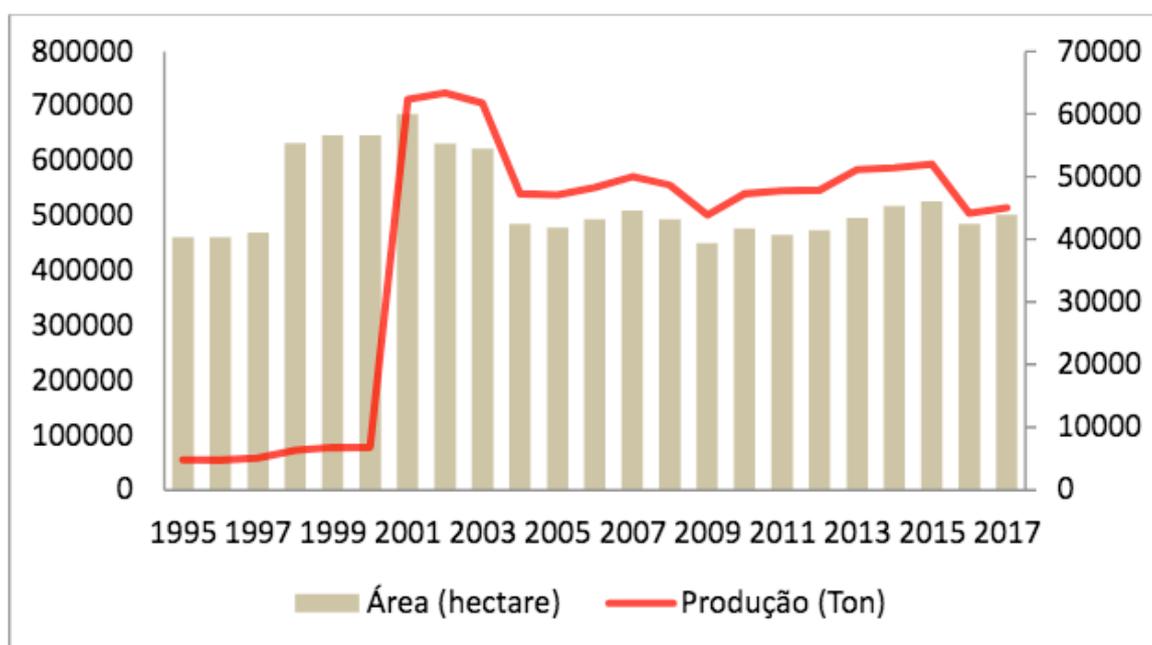


Figura 3. Progressão da Produção de Banana no Estado do Pará. Fonte: Elaborado a partir de dados do IBGE

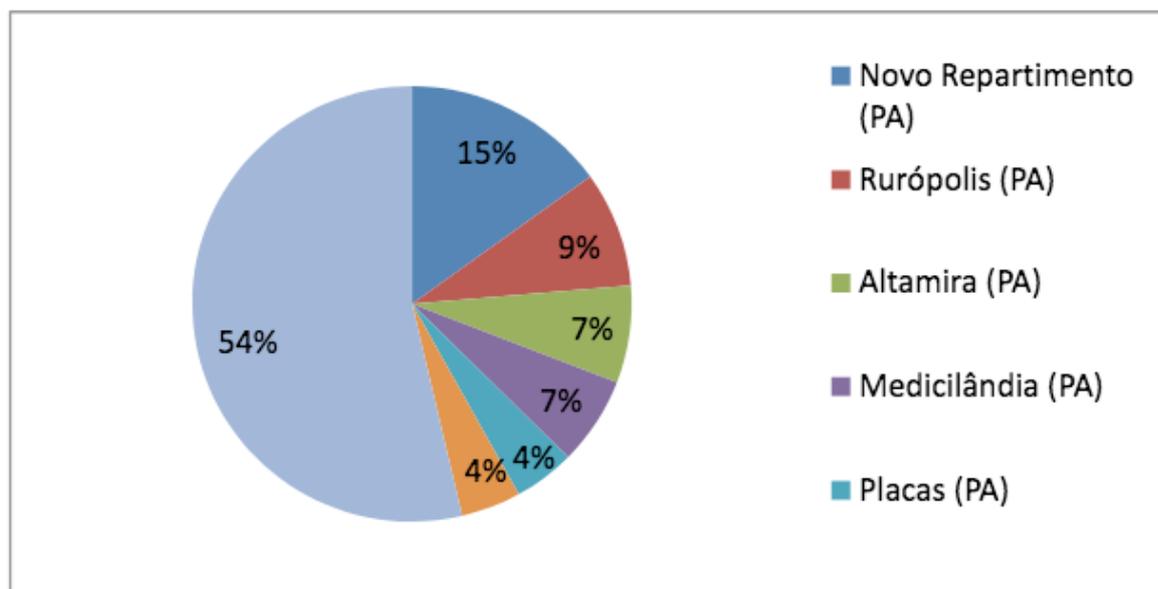


Figura 4. Contribuição dos Municípios na produção do Estado do Pará. Fonte: Elaborado a partir de dados do IBGE (2016).

O estado do Pará atualmente contribui com 8% de toda a produção nacional (Figura 2), aproximadamente 514 mil toneladas, movimentando cerca de 667 milhões de reais. São cerca de 121 municípios produtores, com destaque para Novo Repartimento, Rurópolis e Altamira que juntos representam 31% (Figura 4).

4 | CONCLUSÕES

Apesar dos entraves no âmbito organizacional e institucional da cadeia produtiva da banana no estado do Pará, o mercado se mantém aquecido para a cultura. Isto reflete na sua crescente importância econômica e social. A demanda pela banana pelo mercado interno e externo aumenta cada vez mais e tem papel fundamental na formação dos orçamentos dos estados que encontram em seu cultivo uma base significativa de sua economia.

REFERÊNCIAS

BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. **O cultivo da bananeira**. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas, p. 279, 2004.

FAO. Food Agriculture Organization: **Banana: Statistical compendium 2015-2016**. Roma. 2017. Disponível em: < <http://www.fao.org/3/a-i7409e.pdf>>

FAO. Food Agriculture Organization: **Crops & livestock primary & processed**. Disponível em: < <http://www.fao.org/faostat/en/>>

FAPESPA. Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas. **Boletim Agropecuário do Estado do Pará 2015**. Belém, nº 1, jul. 2015.

FIORAVANÇO, J. C. **Mercado Mundial da Banana: produção, comércio e participação brasileira.** Informações Econômicas, São Paulo, v.33, n.10, p. 15-27, 2003.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola 1995/2017.** In: IBGE. Sidra: sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro, 2010b. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>

SEAB. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento.; DERAL. Departamento de Economia Rural Fruticultura. **Análise da Conjuntura Agropecuária Safra 2016/17.** mar. 2017. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2017/Fruticultura_2016_17.pdf>

SEAB. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento.; DERAL. Departamento de Economia Rural Fruticultura. **Análise da Conjuntura Agropecuária.** dez. 2012. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/fruticultura_2012_13.pdf>

CONJUNTURA DO MERCADO DO CACAU NO ESTADO DO PARÁ: ASPECTOS NACIONAIS E REGIONAIS

Ricardo Falesi Palha de Moraes Bittencourt

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém - Pará

Erika da Silva Chagas

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém - Pará

Italo Marlone Gomes Sampaio

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – Pará

Camila Gurjão da Costa

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém - Pará

Letícia Cunha da Hungria

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém - Pará

Italo Claudio Falesi Palha de Moraes Bittencourt

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém - Pará

RESUMO: O presente estudo objetivou analisar a evolução do mercado do cacau considerando o cenário nacional e regional com ênfase para o estado do Pará. O estudo foi elaborado com base em banco de dados obtido junto ao site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), disponível no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), onde foram extraídos dados acerca da área plantada e produção cacauceira no mercado nacional

e regional referentes ao período de 2002 a 2017. No período de 2002 à 2015 houve um aumento na produção nacional, e declínio em 2016 e 2017, por conta do efeito da estiagem que afetou o Estado da Bahia, que até 2016 postulava como o maior produtor nacional. Em 2017 o estado do Pará superou a Bahia em produção, representando 49,34% da produção nacional, com destaque para os municípios de Medicilândia, Uruará e Placas, que contribuem com 40%, 11% e 6% da produção paraense, respectivamente. O estado do Pará apresenta potencial para a cacauicultura, visto que desfruta de condições edafoclimáticas favoráveis e tecnologia adaptada.

PALAVRAS-CHAVE: cacauicultura, mercado, produção.

ABSTRACT: The present study aimed to analyze the evolution of the cocoa market considering the national and regional scenario with emphasis on the state of Pará. The study was prepared based on the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) database, available in the IBGE System of Automatic Recovery (SIDRA), where the data on the planted area and the production of cacao in the national market and the regional reference year for the period from 2002 to 2017 were extracted. Between 2002 and 2015 there was an increase in the national production, and decline in 2016

and 2017, due to the effect of the stagnation that affected the State of Bahia, which 2016 postulated as the largest national producer. In 2017 the state of Pará surpassed Bahia in production, representing 49.34% of the national production, with emphasis on the provinces of Medicilândia, Uruará and Placas, which contributed with 40%, 11% and 6% of Pará production, respectively. The State of Pará presents potential for cacao farming, since it enjoys favorable edaphoclimatic conditions and adapted technology.

KEYWORDS: cocoa cultivation, market, production.

1 | INTRODUÇÃO

Com o aumento da população mundial, a demanda por alimentos vem crescendo gradativamente nos últimos anos, o que representa uma oportunidade para o Brasil competir e ganhar mercado nas exportações de *commodities* (PEREIRA; NASCIMENTO, 2017).

Contudo, a decisão sobre o investimento em qualquer atividade agrícola deve ser baseada nos aspectos técnicos e econômicos da cultura. Neste sentido, uma abordagem econômica, por meio da análise de mercado, configura-se como uma ferramenta para a tomada de decisão do produtor (RICHETTI, 2013). Essa tomada de decisão pode melhorar a eficiência de alocação do investimento e prevenir possíveis balanços negativos.

Neste contexto, insere-se o cacau (*Theobroma cacao* (L.)) por possui expressiva importância econômica, uma vez que o consumo de chocolate vem crescendo significativamente ao longo do tempo em todo o mundo, fato este que gera divisas a países produtores, como é caso do Brasil. Entretanto, pontos de instabilidade ao longo da cadeia produtiva, pode gerar decréscimo quanto a oferta de matéria prima (amêndoa), o que limita a expansão do mercado de chocolate no contexto atual e futuro (SILVA et al., 2017).

A produção de cacau ocorre nas regiões de florestas tropicais do planeta, tendo como provável origem a Bacia Amazônica. Segundo a CEPLAC (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira), quando os primeiros colonizadores espanhóis chegaram à América, o cacau já era cultivado pelos índios, principalmente os Astecas, no México, e os Maias, na América Central, onde o seu cultivo estava associado à religiosidade, fato que provavelmente influenciou o botânico sueco Carolus Linneu (1707-1778), a denominar a planta de *Theobroma cacao*, cujo se traduz como “manjar dos deuses”. O cacaueiro migrou tanto para o leste quanto para o norte e oeste do planeta avançando nas fronteiras climáticas das regiões equatoriais e tropicais.

No Brasil, segundo Paraiso (1987), o cultivo do cacau começou, oficialmente, em 1679 com a Carta Régia, que autorizava os colonizadores a plantá-lo em suas terras. Atualmente, o Brasil produz apenas 4% do cacau consumido no mundo, estando na 7ª posição do ranking mundial, de acordo com dados da AIPC (Associação Nacional

das Indústrias Processadoras de Cacau). No topo do ranking de produção nacional está o estado do Pará, que produziu, em 2016, 117 mil toneladas de cacau, superando a produção do estado da Bahia, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A cadeia do cacau do Estado do Pará apresenta condições que lhe asseguram alta competitividade no mercado internacional, pois atende às exigências dos consumidores por produtos livres de agrotóxicos (MENDES & LIMA, 2011).

A produção brasileira de cacau teve uma expressiva queda, o que gerou impactos sobre as indústrias processadoras, consequentemente na economia devido importância de amêndoa de outros países produtores (SILVA et al., 2017). Além disso, verificou-se uma migração no status da região com maior produção de amêndoa no Brasil, antes era o estado da Bahia, porém no ano de 2017 o estado do Pará passou a ser o maior produtor nacional (IBGE, 2017), o que gera uma preocupação ainda mais intensa sobre os problemas que causam instabilidade na cadeia produtiva do cacau. Tal conjuntura interna desfavorável é devida a devastação causada pela doença conhecida como “vassoura de bruxa” nos cacauais brasileiros, especialmente no Sul da Bahia (ISAE/FGV, 2003). Além disto, o estado da Bahia sofreu em 2016 e 2017 com um período de estiagem prolongada, ocasionando a mortalidade de alguns cultivos e também drástica redução na produção nacional. Contudo, o cacau é um produto tradicional da agricultura brasileira, importante para a economia e tem apresentando um avanço na sua produção nos últimos anos, após um período prolongado de crise.

Como já mencionado, no topo do ranking de produção nacional está o estado do Pará, que produziu, em 2016, 117 mil toneladas de cacau, superando a produção do estado da Bahia, de acordo com dados do IBGE. A cadeia do cacau no Estado do Pará apresenta condições que lhe asseguram alta competitividade no mercado internacional, pois atende às exigências dos consumidores por produtos livres de agrotóxicos (MENDES & LIMA, 2011).

Apesar da amêndoa do cacau ser o produto de maior importância econômica, do fruto do cacauzeiro é possível ainda extrair outros subprodutos. Já é realidade a industrialização do suco de cacau, a fabricação de doces e geleias, de bebidas finas e destilados, a partir da extração da sua polpa. A casca do fruto também pode ter aproveitamento econômico, na alimentação de bovinos, suínos, aves e até peixes. A casca do fruto do cacauzeiro pode ainda ser utilizada na produção de biogás e biofertilizante.

Com base no exposto, a partir de estudo acerca da importância econômica da produção do cacau para o estado do Pará e para o Brasil, o presente estudo objetivou analisar a evolução do mercado da cacauicultura em âmbito nacional e regional com ênfase para o estado do Pará, nos anos de 2002 a 2017.

2 | METODOLOGIA

O seguinte trabalho foi elaborado com base no banco de dados obtidos junto ao site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), disponíveis no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), onde foram extraídos dados acerca da produção de cacaueteira no mercado nacional e regional. Os dados analisados foram referentes aos anos de 2002 a 2017.

Posteriormente, a pesquisa envolveu o método de natureza qualitativo, por envolver busca de informações das atividades relacionadas, em artigos acadêmicos, dissertações e teses, bem como a realização de levantamento bibliográfico (revisão teórica) das teorias que deram suporte à pesquisa, como a abordagem de Cadeias Produtivas.

Diante dos resultados adquiridos nas bases de dados, foi realizada a análise dos utilizando o programa EXCEL, por meio da estatística descritiva, representada por gráficos e tabelas, o qual foi inferido os resultados.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A cacauicultura nacional está distribuída principalmente entre os Estados do Pará e Bahia, sendo estes segundo dados do IBGE – PAM, responsáveis por 96% da produção total. No período analisado (2002 a 2017), verifica-se que a área colhida aumentou ligeiramente até o ano de 2016, posteriormente houve uma queda acentuada que impactou também na produção nacional conforme ilustra a Figura 1. Esta queda pode ser explicada devido ao período de estiagem que afeta o Estado da Bahia desde 2015, ocasionando perda de produção e mortalidade de alguns plantios (AIPC, 2017). É possível observar também, um incremento positivo na produção nacional no intervalo entre 2002 e 2015.

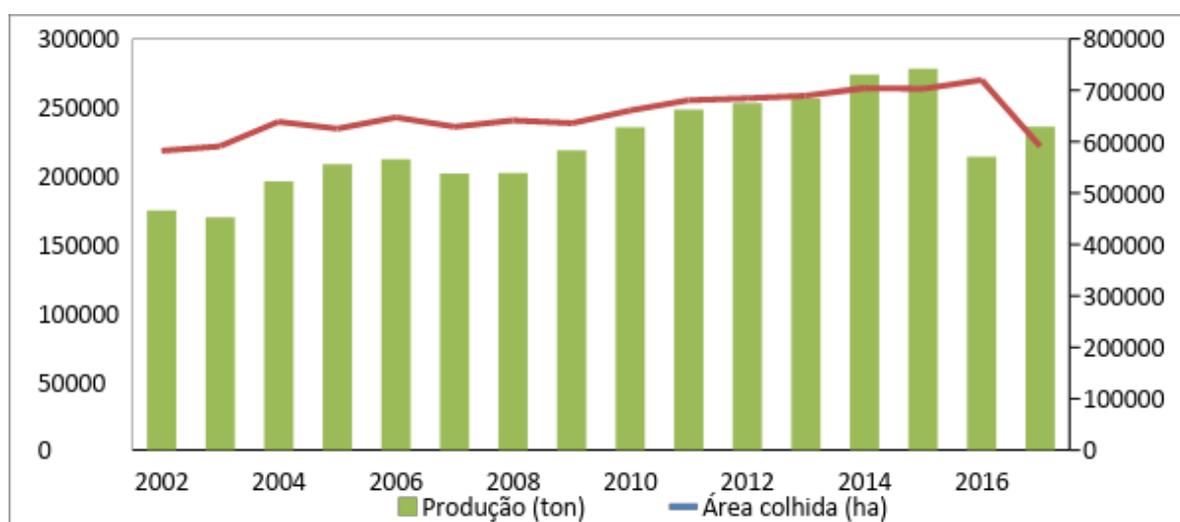


Figura 1: Produção e Área Colhida a nível nacional Fonte: IBGE, 2017

Com a queda na produção cacauieira no Estado da Bahia, o Pará assumiu em 2017 o papel de principal produtor nacional sendo responsável por praticamente metade da produção (49,34%) seguida pela Bahia (45,06%).

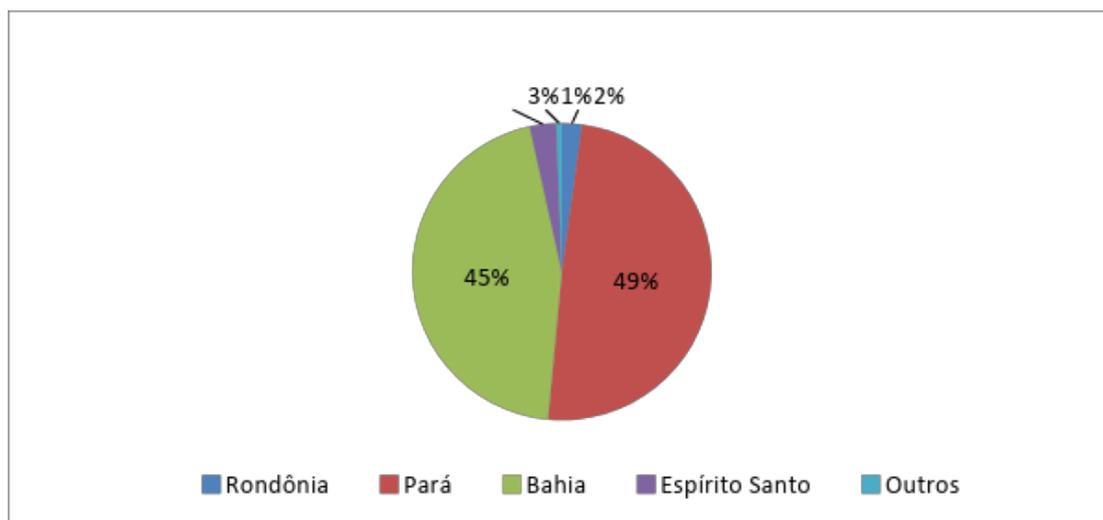


Figura 2: Maiores produtores de cacau em nível nacional Fonte: IBGE, 2017

A perspectiva é de que o Estado do Pará mantenha a hegemonia produtiva desta atividade visto que desde 2002 houve um aumento de aproximadamente 90 mil hectares na área plantada. A expansão desta atividade na região foi efetuada sob tutela da CEPLAC (SILVA NETO et al., 2001).

A Figura 3 mostra o comportamento da produção cacauieira no Estado do Pará. A cacauicultura paraense é caracterizada pela exploração realizada por pequenos produtores e seus incrementos em produção estão relacionados aos avanços tecnológicos como o desenvolvimento de materiais tolerantes, sobretudo ao fungo *Moniliophthora perniciosa*, e com maior potencial produtivo.

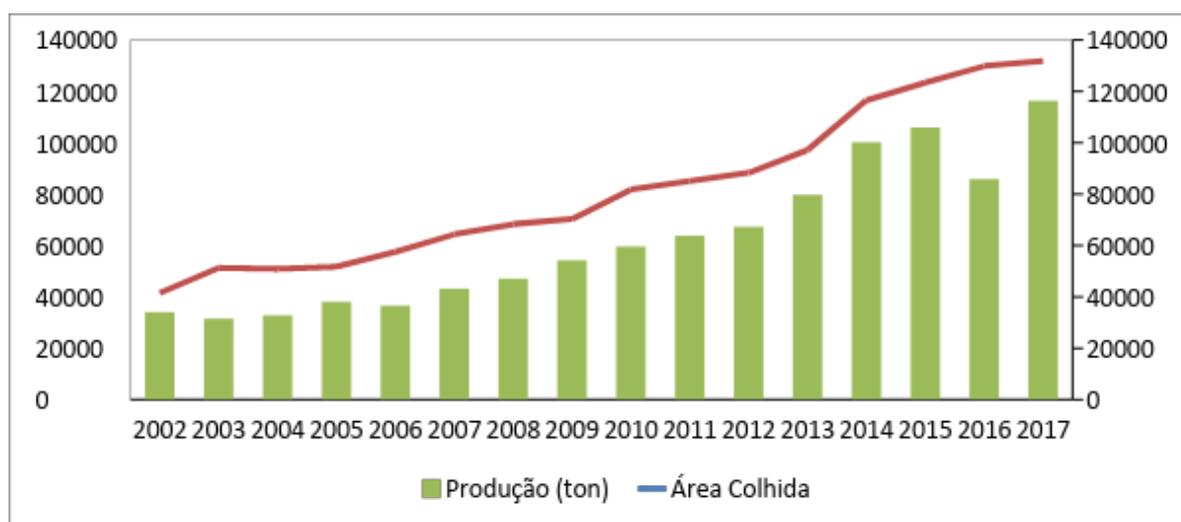


Figura 3: Produção e Área Colhida a nível Regional Fonte: IBGE, 2017

Os municípios Medicilândia, Uruará e Placas são os que mais contribuem para a alta produção no Estado, estes são responsáveis por 46.938, 12.265 e 7.382 toneladas

respectivamente (Figura 4), correspondendo em termos percentuais a 40, 6 e 11%, respectivamente, da produção total paraense. É importante ressaltar que o município de Medicilândia possui o status de maior produtor do país.

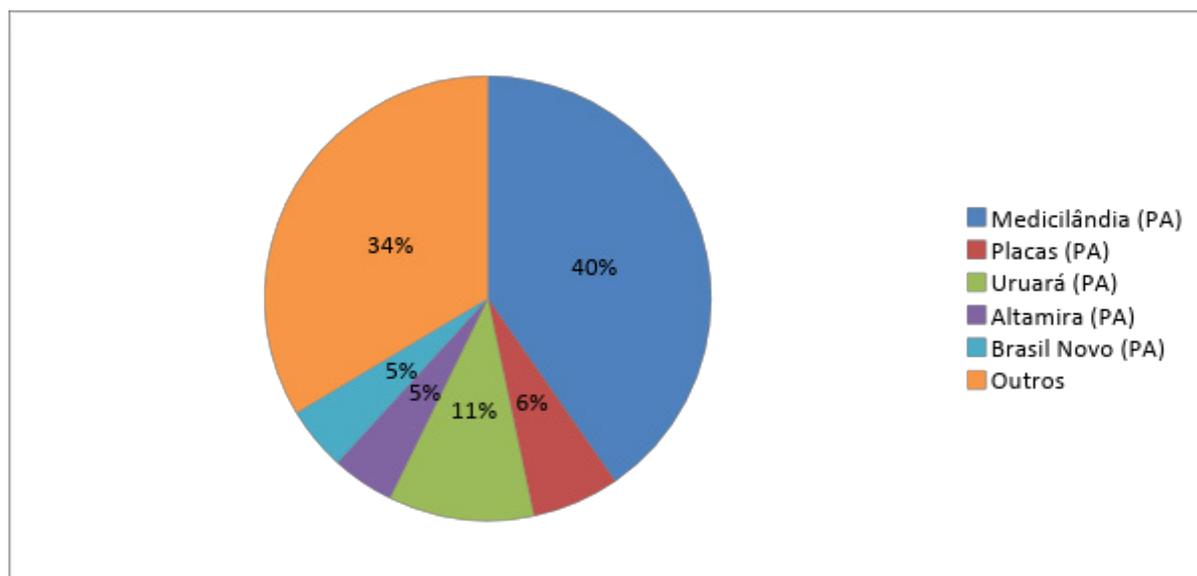


Figura 4: Contribuição dos municípios na produção do Estado do Pará. Fonte: IBGE, 2017

4 | CONCLUSÕES

A produção de cacau encontra no Estado do Pará a possibilidade de se expandir em área e em produção, visto que a região dispõe de condições edafoclimáticas favoráveis e tecnologia adaptada. Esta expansão ocasionaria em impactos positivos para a economia, visando suprir as demandas do mercado e desta forma contribuindo na importância econômica e social desta atividade em âmbito regional e nacional.

REFERÊNCIAS

AIPC. Associação Nacional das Indústrias Processadoras de Cacau. **PLANO DE CRESCIMENTO DA CULTURA DO CACAU NO BRASIL**, disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>> , acesso em: 23 de outubro de 2018.

AIPC. Associação Nacional das Indústrias Processadoras de Cacau. **Agroanalysis - Visão Conjuntural**, disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/agroanalysis/article/viewFile/76291/73118>>, acesso em: 22 de março de 2019.

BRANDÃO, J. R. **A Cultura do Cacau em SAF: reflexões sobre a identificação de valoração de serviços ambientais e sócio econômica da Transamazônica**. Belém: UFPA. (Monografia de conclusão de curso de especialização). 2008.

CEPLAC. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. **CACAU HISTÓRIA E EVOLUÇÃO**, disponível em <<http://www.ceplac.gov.br/>> , acesso em: 22 de outubro de 2018.

HISTÓRIA DO CACAU. Disponível em: <<http://mercadodocacau.com/cacau>>, acesso em: 23 de outubro de 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA)**, 2016. Disponível em: <<https://ibge.gov.br/>>, acesso em: 23 de outubro de 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Produção Agrícola Municipal (PAM)**, 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>>, acesso em: 23 de outubro de 2018.

ISAE/FGV. Cacau: **Potencialidades Regionais e Estudo de Viabilidade Econômica**. Manaus: Suframa, 2003.

MENDES, F. A. T.; LIMA, E. L. **Perfil agroindustrial do processamento de amêndoas de cacau em pequena escala no Estado do Pará**. SEBRAE/PA. 2011.

MORAES, M. C. & ALBUQUERQUE, A. P. **Previsão para o preço futuro do cacau através de uma série univariada de tempo: uma abordagem utilizando o método ARIMA**. In: 44th Congress, July 23-27, 2006, Fortaleza, Ceará, Brazil. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER), 2006.

PARAISO, M. H. B. **Os índios de Olivença e a zona de veraneio dos coronéis de cacau da Bahia**. Revista de Antropologia, 79-109. 1987.

PEREIRA, G.; NASCIMENTO, N. **Cenário das exportações brasileiras de soja: uma análise do mercado chinês**. Caderno Científico Ceciesa-Gestão, v. 3, n. 1, 2017.

RICHETTI, A. **Viabilidade econômica da cultura da soja na safra 2013/2014, em Mato Grosso do Sul**. Mato Grosso do Sul, MS: Embrapa. 10 p. (Embrapa agropecuária oeste. Comunicado técnico 187). 2013.

SILVA NETO, P. J.; MATOS, P. G. G.; MARTINS, A. C de S.; SILVA, A. de P. **Sistema de produção de cacau para a Amazônia brasileira**. CEPLAC, Belém, 125 p. 2001.

SILVA, A. F.; FACHINELLO, A. L.; BOTEON, M.; CASTRO, N. R.; GILIO, L. **Estrutura e renda da cadeia produtiva do cacau e chocolate no Brasil**. Revista de Economia e Agronegócio, v. 15, n. 3, p. 324-343, 2017.

SILVA, Adriana Ferreira *et al.* **ESTRUTURA E RENDA DA CADEIA PRODUTIVA DO CACAU E CHOCOLATE NO BRASIL**. Brazilian Review of Economics & Agribusiness/Revista de Economia e Agronegócio, v. 15, n. 3, 2017.

WICKIZER, V. D. **Coffee, Tea, and Cocoa, An Economic and Political Analysis**. Edited by F. R. Institute, Food, Agriculture, and World War II. Stanford, California, USA: Stanford University Press. 1951.

CUSTOS DE PRODUÇÃO DE SOJA NO PLANEJAMENTO DA COMERCIALIZAÇÃO DE UMA PROPRIEDADE RURAL DO MUNICÍPIO DE OURINHOS

Edson Ruiz

Faculdade de Tecnologia de Ourinhos - SP

Andressa Maria Soares Bezerra

Faculdade de Tecnologia de Ourinhos - SP

Claudinei de Lima

Faculdade de Tecnologia de Ourinhos - SP

Roger de Oliveira

Faculdade de Tecnologia de Ourinhos - SP

Adriano Pontara

Faculdade de Tecnologia de Ourinhos - SP

Área Temática: Economia e gestão

RESUMO: O presente trabalho tem por objetivo apresentarmeiosdegestãodecustosparaauxiliar o produtor rural e auxiliar na tomada de decisão para uma melhor opção de comercialização. Utilizou-se revisão bibliográfica, estudo de caso em uma propriedade rural no município de Ourinhos, SP, que possibilitaram a construção e organização dos custos classificados em fixos e variáveis, que tornaram possível a construção de um demonstrativo de resultado do exercício (DRE) para obtenção do ponto de equilíbrio onde a quantidade vendida permite a quitação dos custos fixos pela margem de contribuição retornando lucro zero. A importância de se conhecer estes dados está em saber exatamente em que momento o produtor irá obter lucro ou prejuízo em sua atividade. A pesquisa em sites do setor do agronegócio contribuiu para

obter informações de mercado e formas de negociação permitindo concluir que, uma boa gestão de custos é demasiadamente importante para alcançar os resultados esperados após a comercialização.

PALAVRAS-CHAVE: Custos¹. Planejamento². Comercialização³. Produção⁴.

ABSTRACT: The objective of this work is to present cost management tools to assist the rural producer and help in decision making for a better marketing option. We used a bibliographic review, a case study in a rural property in the municipality of Ourinhos, SP, that allowed the construction and organization of costs classified as fixed and variable, which can be a construction of a DRE model to obtain the breakeven where a quantity sold allows the fixing costs to the profit margin to return to zero. The importance of knowing this data lies in knowing exactly what is the most important moment to make profits or losses in your activity. and in sites of the agribusiness sector that contributed to obtain market information and forms of negotiation allowing to conclude that good cost management is too important to achieve the expected results after Commercialization.

KEYWORDS: Costs¹. Planning². Commercialization³. Production⁴.

1 | INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma planta oriunda da China, de comportamento primordial rasteiro e descoberta pelo Ocidente na segunda metade do século XX (EMBRAPA, 2003). Introduzida no Brasil em 1882, começando pela Bahia se desenvolvendo até dominar todo país. A leguminosa teve sua introdução como opção sucessora de outras culturas já existentes no território nacional e conquistou cada vez mais espaço devido as suas características, Costa (1996) *apud* Oliveira et. al, (2016) considera a soja uma cultura miraculosa, devido a sua diversidade de utilização, como alimento para animais ricos em proteínas (Farelo, torta), produtos químicos manufaturados e farinhas.

A importância da soja no agronegócio pode ser percebida pelo crescimento contínuo de área plantada, produção e produtividade, segundo a Conab, (2018) a área plantada em 2016 foi de 33.909,4 mil hectares já em 2017 a área plantada aumentou para 35.149,3 mil hectares resultando em variação positiva de 3,7% de um ano para o outro, A produtividade também seguiu atingindo índices positivos, no ano de 2016 obteve-se 3.364 kg ha⁻¹, no ano de 2017 observa-se ligeiro aumento de 3.394 kg ha⁻¹, refletindo aumento de 0,9% em relação ao ano anterior, a produção nacional de soja também foi representada no estudo, sendo que na safra 2016/2017 o Brasil atingiu a produção de 114.075,3 (mil ton.), aumentando na safra 2017/2018 para 119.281,4 (mil ton.) atingindo variação percentual positiva de 4,6%.

Os índices do estado de São Paulo relativos a área plantada 2016/2017 foram 895,3 (mil/ha) elevando-se em 2017/2018 para 961,6 (mil/ha) alcançando variação percentual positiva de 7,4%, a produtividade 2016/2017 foi de 3.445 (kg/ha) já a produtividade da safra 2017/2018 atingiu 3.546 (kg/ha) apontando aumento de 2,9%, a produção 2016/2017 3.084,3 (mil ton.), produção 2017/2018 3.409,8(mil ton.) 10,6%. Ficando os índices médios estaduais superiores aos nacionais. Com base nestes dados é possível observar a importância da soja para a economia brasileira.

O complexo de soja é uma das maiores cadeias agroindustriais do Brasil, seu principal destino é o processamento do grão em óleo e proteína. Do grão esmagado, aproximadamente 80% é convertido em farelo e o restante em óleo (OLIVEIRA, *et. al.* 2016)

O custo de produção e descrito por autores como um importante instrumento do processo de decisão e destaca que a preocupação com este item nas propriedades rurais é recente, devido a inserção de novas tecnologias, seguindo por este raciocínio é possível relacionar uma boa gestão dos custos a uma melhor decisão no momento da comercialização, para Perez Junior, Oliveira e Costa (2008, pág.) faz-se necessário controlar os custos afim de compará-los, com os resultados obtidos para só então obter conhecimento sobre o lucro ou prejuízo da atividade.

Para se ter sucesso em um negócio é importante o seu gerenciamento e o levantamento e controle dos custos de sua atividade, e na agricultura, este cenário

não é diferente. É de extrema importância para o produtor rural saber onde está sendo inserido o seu dinheiro, quanto sua produção está custando e quais os lucros obtidos, segundo Perez Junior, Oliveira e Costa (2008, pág. 18) a apuração de resultados lucro ou prejuízo é de fundamental importância para a vida de uma empresa seus colaboradores, parceiros e responsabilidade fiscal.

A cultura da soja é uma commodity representada para observação da importância e influência dos custos nos resultados pós venda, sendo o produtor um tomador de preço cabe a ele fazer uma boa gestão de seus custos, segundo Crepaldi, (2006, pag...) o administrador tem a necessidade de saber onde e como estão sendo aplicados os seus recursos para certificar-se de seu retorno financeiro, e Santos *et. al*, (2009, pag...) relacionam a prosperidade da agricultura a competência e capacidade do administrador no domínio e utilização de técnicas de produção e gestão da propriedade apontando os custos como ator principal.

O objetivo desse projeto foi caracterizar e elaborar os custos de produção da soja para que se tenha maior controle na hora da comercialização da soja e para se conhecer o real retorno financeiro da cultura.

2 | METODOLOGIA

O objeto de estudo deste trabalho foi a cultura da soja safra 2017/2018, realizado em uma propriedade rural localizada no município de Ourinhos-SP, a fazenda possui 198,44 há⁻¹, na sua totalidade ocupada por culturas anuais e produz entre suas culturas a soja. A metodologia utilizada para elaborar o custo de produção foi um estudo de caso no qual o produtor e proprietário da fazenda disponibilizou os custos relativos às operações realizadas em sua propriedade, que seriam posteriormente comparados aos números disponíveis na secretaria da agricultura e do abastecimento e departamento de economia rural do Paraná (SEAB/DERAL), identificados em fixos e variáveis, organizados e utilizados para a melhor geração de informações possível.

Para calcular o custo de produção levou-se em consideração área plantada de 198,44 ha que foram ocupados pela soja e que alcançaram a produtividade de 60 sacas ha⁻¹.

Em seguida foram levantados dados secundários junto ao instituto de economia agrícola (IEA, 2018), com relação ao preço de venda da soja, que no relativo período foi comparado ao valor disponibilizado pelo produtor e resultou em média R\$ 70,00 (saca).

Os custos fixos e despesas fixas foram disponibilizados pelo produtor e administrador da propriedade sendo assim o resultado pode ser adotado como um ponto de partida para analisar as informações e tomar conhecimento prévio dos rendimentos.

Para obter uma base mais relevante de apoio a decisões que auxilie na

comercialização da produção é fundamental que se encontre o ponto de equilíbrio que pode ser apresentada por forma matemática ou por gráficos, e é resultante do custeio direto ou variável,

Esse domínio sobre os custos de produção pode por exemplo auxiliar o produtor na decisão de vendas da seguinte maneira, se forem alcançadas as estimativas de produção pode-se optar por fracionar a venda entre mercado futuro, que segundo BMF&BVESPA (2011) é baseada em contratos equivalentes a 450 sacas de soja cada, no qual trava-se um preço futuro que será pago o valor acordado no vencimento do mesmo, não sendo necessariamente obrigatória a entrega da soja física, visando principalmente cobrir os custos e evitar prejuízos, ou no mercado spot.

(...) um dos vários significados que a palavra inglesa spot tem é "instantâneo", "imediatamente". E é exatamente essa a característica do mercado spot, porque ele admite apenas transações em que a entrega da mercadoria é imediata e o pagamento é feito à vista. Por isso, é também chamado de mercado disponível, mercado físico ou mercado pronto, contrastando com a natureza dos mercados futuro e a termo, cujos pagamentos são efetuados em prazos que variam de cinco dias a dois anos após a negociação. (IPEA, 2006).

O custo operacional total, que é composto pelos insumos, pelas operações agrícolas, pelos custos administrativos e pelas depreciações, estes por sua vez não são detalhados na propriedade estudada, assim como o custo operacional efetivo, porém foi possível encontrar o custo total que corresponde a 556.868,29 na soja. Quanto à produtividade, foram alcançados 3.600 kg ha⁻¹ ou 60 sacas ha⁻¹.

Os recursos financeiros para a condução do processo produtivo da soja, segundo o proprietário, provêm de financiamentos junto a bancos com juros controlados (valores não informados), e capital próprio.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção por sua vez permite apresentar os resultados obtidos através de análise sobre os custos fixos e custos variáveis existentes na produção de soja de uma propriedade no município de Ourinhos, estes por sua vez estão descritos na tabela 1 Custos de produção da propriedade.

Custos fixos	Valores	%
Depreciação	R\$ 5.400,00	1,0%
Mão de obra	R\$ 6.480,00	1,2%
Preço da terra	R\$ 152.798,80	27,4%
Custos Fixos Totais (CFT)	R\$ 164.678,80	29,6%
Custos Variáveis		
Fertilizantes	R\$ 80.865,30	14,5%

Herbicida/inset.	R\$	15.427,50	2,8%
Calcário/Gesso	R\$	46.908,33	8,4%
Energia	R\$	2.527,99	0,5%
Outros insumos	R\$	168.990,07	30,3%
Peças	R\$	40.781,20	7,3%
Manutenção	R\$	5.082,00	0,9%
Combustível/Lubrif.	R\$	31.607,10	5,7%
Custos Variáveis Totais (CVT)	R\$	392.189,49	70,4%
Custo Total (CT)	R\$	556.868,29	100,0%

Tabela 1. Custos de produção da propriedade

Fonte: O autor, 2018

A tabela 1. Apresenta a contribuição dos custos, fixo e variável, no custo total de produção possibilitando a observação e determinação pontual dos valores que por sua vez causam maior pressão nos valores finais.

Com base nos dados exibidos obtém-se como resultado a informação de que os custos fixos são responsáveis por 29,6% do custo total de produção, sendo 27,4 % referentes a preço da terra, 1,0 % de depreciação de maquinas e equipamentos e 1,2% de mão de obra enquanto os custos variáveis representam 70,4% deste total, sendo 30,3 % dos custos variáveis representados pelo item outros insumos ou (gastos gerais) não detalhados pelo produtor, que para uma análise mais refinada, deveria ser mais específico, porém este não é o foco do trabalho, 14,5 % são referentes aos fertilizantes utilizados na cultura, calcário e gesso 8,4 %, peças 7,3 %, combustível 5,7 %, herbicidas e inseticidas 2,8 %, manutenção 0,9 % e energia 0,5%.

Obter o conhecimento e o controle sobre os custos de produção como dito anteriormente é importante para que se possa atuar sobre os itens que mais oneram os resultados possibilitando a opção por métodos ou produtos menos custosos que os utilizados no atual momento, aumentando competitividade que certifique a condição positiva do resultado.

Ainda sobre o detalhamento dos custos, torna-se mais fácil a gestão e comercialização se houverem índices e indicadores reais de índices de produção como os expostos no quadro 1, que é possível analisar e basear as decisões confrontando os preços de mercado atual exemplificado na imagem 1, e ou provisões futuras de mercado.

Índices	Indicadores
Produção Área total-sc	11.907
Área Plantada – ha	198,44
Produtividade - sc/ha ⁻¹	60
Preço-soja - sc 60 kg	R\$ 70,00

Custo variável/há	R\$ 1.976,36
Custo fixo/há	R\$ 829,87
Custo total	R\$ 556.868,29
Receita/há	R\$ 4.200,00
Receita total	R\$ 833.448,00

Quadro 1 – Índices de Produção

Fonte: O autor, (2018).

No quadro estão os dados acerca de produção total (11.907 scs) que dividida pela área total plantada 198,44 ha⁻¹, resultou a produtividade que no caso específico foi de 60 scs/ha⁻¹, também é possível observar que o preço de venda da saca de soja de 60 kg período estudado foi médio de R\$ 70,00 que multiplicado pela produtividade da área oferece a receita por ha⁻¹ de R\$ 4.200,00 e total de R\$ 833.448,00, tendo ainda o custo fixo por hectare de R\$ 829,87 e custo variável por hectare de R\$ 1.976,36.

3.1 Ponto de equilíbrio

$$MC = PVu - (CVu + DVu) \quad 70,00 - 32,94 = 37,06$$

$$PEC = (164.678,80) / 37,06 = 4.443,525849973 \approx 4.444 \text{ sacas}$$

Demonstração de Resultado do Ponto de Equilíbrio Contábil – PEC em R\$	
(+) Receita de Venda R\$ 70,00 x 4.443,525849973 un.	R\$ 311.050,08
(-) Custo e Despesas variáveis (R\$ 32,94) x 4.443,525849973 un.	(R\$ 146.371,28)
(=) Margem de contribuição R\$ 37,06 x 4.443,525849973 un.	R\$ 164.678,80
(-) Custos e Despesas Fixas	(R\$ 164.678,80)
(=) Resultado PEC	0,00

Quadro 2 – DRE Ponto de Equilíbrio Contábil - PEC

Fonte: O autor, (2018).

O resultado apresentado no quadro 2 aponta o ponto de equilíbrio onde a margem de contribuição (R\$ 164.678,80) se iguala aos custos e despesas fixas (-R\$ 164.678,80) ao atingir a venda de aproximadamente 4.444 unidades (sacas 60 kg.) retornando lucro zero.

Baseado nas informações sobre o ponto de equilíbrio contábil o produtor pode então fazer uso de uma análise de mercado onde é possível optar pelo melhor momento de venda desde que possível, a imagem 1 exemplifica um gráfico de valores onde a análise pode ser feita.

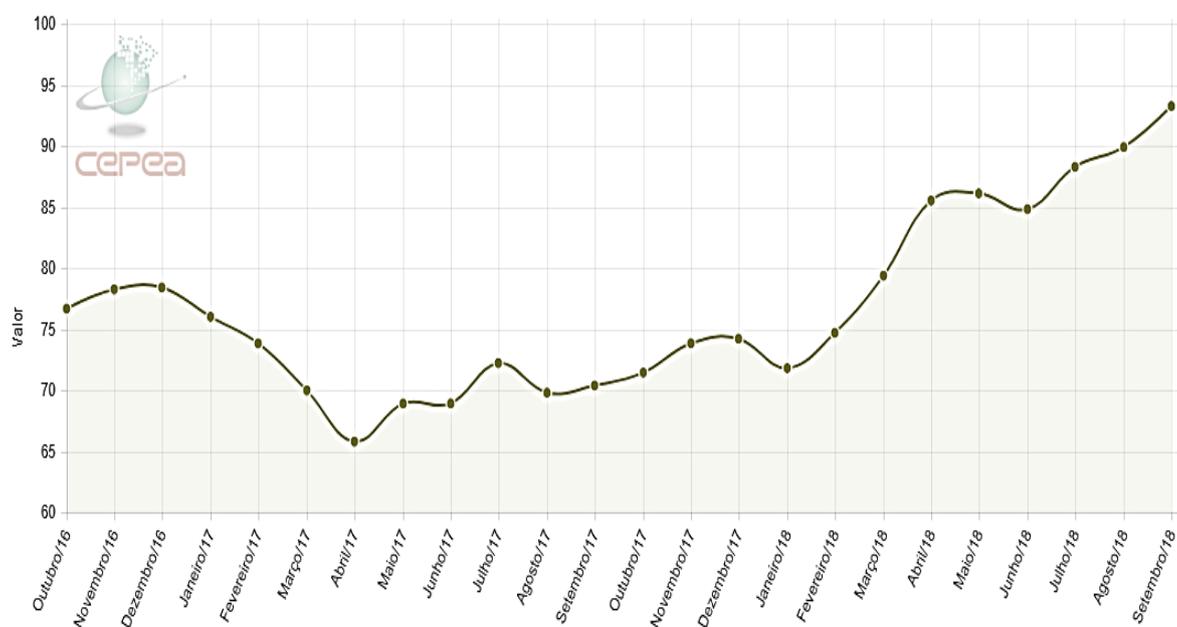


Imagem 1. Serie de preços da soja (2 anos)

Fonte: CEPEA, 2018

Pode-se analisar na imagem 1 que, apesar de números crescentes recentemente com relação aos preços da commodity, existem períodos de baixo valor de venda como em abril de 2017, que reforça a importância do controle de custos para obtenção de bons resultados na comercialização.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi estudada e apresentada no decorrer deste trabalho a importância da gestão de custos como auxiliar no planejamento da comercialização, neste caso especificamente da soja que é uma cultura demasiadamente importante para o agronegócio do brasileiro, internacionalmente e internamente.

Foram aplicadas técnicas contábeis como classificação de custos variáveis (CV) e custos fixos (CF), que tornaram possível a construção de um demonstrativo de resultado do exercício (DRE) para obtenção do ponto de equilíbrio onde a quantidade vendida permite a quitação dos custos fixos pela margem de contribuição retornando lucro zero. A importância de se conhecer estes dados está em saber exatamente em que momento o produtor irá obter lucro ou prejuízo em sua atividade.

Sendo assim o objetivo deste trabalho desde o início foi apresentar através da organização dos custos de produção e aplicação de métodos de custeio uma possibilidade de optar por melhores condições de comercialização de forma estratégica, o ideal é obter os dados da maneira mais detalhada possível, considera-se os dados coletados suficientes para serem utilizados como base decisória. Sendo assim compreende-se que esse método atende ao objetivo que se propõe quando

atingido a organização dos custos, a identificação dos valores dos custos e o resultado de ponto de equilíbrio que oferece a informação pontual de início de lucro ou prejuízo.

REFERÊNCIAS

BMF&BOVESPA. Contrato Futuro de Soja com Liquidação Financeira. Disponível em: <http://www.bmf.com.br/bmfbovespa/pages/contratos1/Agropecuarios/pdf/Soja_Fut_Liquidacao_Financeira.pdf>. Acesso em: 07 de set. de 2018.

CEPEA. Indicador da soja esalq/bm&fbovespa – Paranaguá. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/soja.aspx>>. Acesso em: 07 de set. de 2018

CREPALDI, S. A. Contabilidade rural: uma abordagem decisória, 4 ed. São Paulo: Atlas, 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Acompanhamento safra brasileira. grãos, décimo segundo levantamento, setembro 2018. Brasília: Conab, 2018. Disponível em: <<file:///C:/Users/Edson/Downloads/BoletimZGraosZsetembroZ2018.pdf>>. Acesso em: 10 de set. de 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja Região Central do Brasil 2004. Londrina: Embrapa Soja, 2003. (Sistemas de Produção; 4).

IPEA. O que é? Mercado spot. Desafios do desenvolvimento, 2006 ano 3 edição 21. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=2099:catid=28&Itemid=23>. Acesso em: 22 de jul. 2018

MARTINS, E. Contabilidade de custos. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

OLIVEIRA, *et. al.* Análise dos custos de produção para o cultivo da soja em cenários distintos de produtividade e preço no interior paulista, Revista do Agronegócio – Reagro, Jales, v. 5, n. esp., p. 58 – 66, dez. 2016.

PEREZ JR., J. H., OLIVEIRA, L. M., COSTA, R. G. Gestão estratégica de custos. 5 ed. pág. 18, 37. São Paulo. Atlas 2008.

SANTOS *ET. AL.* Administração de custos na agropecuária. 4 ed. São Paulo: Atlas 2009.

DESEMPENHO DA CANOLA EM JATAÍ - GO

Raissa Macedo Assis

Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí,
Unidade Acadêmica Especial de Ciências Agrárias
Jataí - GO

Simério Carlos Silva Cruz

Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí,
Unidade Acadêmica Especial de Ciências Agrárias
Jataí - GO

Flavia Andrea Nery Silva

Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de
Ciências Agrárias
Uberlândia - MG

Givanildo Zildo da Silva

Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí,
Unidade Acadêmica Especial de Ciências Agrárias
Jataí - GO

Gabriela Fernandes Gama

Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí,
Unidade Acadêmica Especial de Ciências Agrárias
Jataí - GO

Ingrid Maressa Hungria de Lima e Silva

Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí,
Unidade Acadêmica Especial de Ciências Agrárias
Jataí - GO

Carla Gomes Machado

Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí,
Unidade Acadêmica Especial de Ciências Agrárias
Jataí - GO

oleaginosa pertencente à família Brassicaceae, é uma cultura importante devido ao teor e qualidade do óleo, sendo utilizada na indústria alimentícia e para a produção do biodiesel. No Brasil seu cultivo ainda é restrito a região sul do país, porém, é uma cultura de potencial devido a crescente produção mundial de óleo vegetal. Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar o desempenho de cinco híbridos de canola em Jataí - GO. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com quatro blocos e consistiu de cinco tratamentos (híbridos Hyola 50, Hyola 61, Hyola 433, Hyola 571CL e Hyola 575CL). A semeadura foi realizada no dia 03/03/2017, em espaçamento entre linhas de 0,45 m e densidade de 62 plantas por m². Para avaliar o desempenho dos híbridos foram aferidas as seguintes variáveis: altura de plantas, ciclo de planta (dias entre emergência à maturação) e produtividade. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey 1% de probabilidade. Dentre os híbridos avaliados, destacam-se os híbridos Hyola 433, 571CL e Hyola 575CL com menor ciclo e maior produtividade Jataí – GO. Recomenda-se repetir os experimentos para que haja uma contínua avaliação do desempenho dos híbridos de canola para a região, para posterior identificação de híbridos mais adequados para a região de Jataí - GO.

RESUMO: A canola (*Brassica napus*),

PALAVRAS-CHAVE: *Brassica napus*, rendimento, tropicalização

ABSTRACT: Canola (*Brassica napus*), a Brassicaceae family oleaginous is an important crop due to the oil content and quality, being used in the food industry and biodiesel production. In Brazil, its cultivation is still restricted to the country southern region, however, it is a potential crop due to the growing vegetable oil world production. Thus, this work has as objective to evaluate the five canola hybrids performance in Jataí - GO. The experimental design was a randomized block with four blocks and consisted of five treatments (hybrids Hyola 50, Hyola 61, Hyola 433, Hyola 571CL and Hyola 575CL). The sowing was on 03/03/2017, at 0.45 m spacing between lines and 62 plants per m² density. To evaluate the hybrids performance, the following variables were measured: plant height, plant cycle (days between emergence to maturity) and productivity. Data were submitted to variance analysis and the means were compared by Tukey test at 1% probability. Among the hybrids evaluated, the hybrids Hyola 433, 571CL and Hyola 575CL are highlighted with lower cycle and higher productivity in Jataí-GO. It is recommended to repeat the experiments so that there is a continuous performance evaluation of the canola hybrids for the region, for later identification of more suitable hybrids for the Jataí - GO region.

KEYWORDS: *Brassica napus*, yield, tropicalization

1 | INTRODUÇÃO

A canola (*Brassica napus*) é uma oleaginosa pertencente à família Brassicaceae, que foi desenvolvida a partir do melhoramento genético da colza, e sua denominação se origina do termo “CANadian Oil Low Acid”, por apresentar teores mais baixos de ácido erúxico.

A produção global de canola tem crescido rapidamente nos últimos 40 anos, passando da sexta oleaginosa mais produzida no mundo, para a segunda (USDA, 2017). É uma cultura importante devido ao teor e qualidade do óleo, que é utilizado na indústria alimentícia e principalmente para a produção do biodiesel.

No Brasil, as pesquisas e o cultivo da canola iniciaram em 1974 no Rio Grande do Sul, e nos anos 80 no Paraná, sendo que seu cultivo está se expandindo para regiões de latitudes inferiores, processo denominado tropicalização da canola. Houve cultivo comercial de canola em Goiás no ano de 2004, em razão dos rendimentos de grãos de 2.100 e 2.400 kg ha⁻¹ obtidos nos experimentos realizados em 2003, em cinco municípios. No sudoeste de Goiás, a cultura constitui alternativa para diversificação e geração de renda no período de segunda safra, denominada safrinha (EMBRAPA, 2017).

Assim, objetivou-se com esse trabalho avaliar o desempenho de cinco híbridos de canola em Jataí - GO.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Fazenda Escola da Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí, localizada a 17° 55' 25" S e 51° 42' 51" W, e 696 m de altitude. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região é classificado como Aw, tropical de savana, mesotérmico, com chuva no verão e seca no inverno. O solo da área experimental é o Latossolo Vermelho Distroférico.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com quatro blocos e consistiu de cinco tratamentos (híbridos Hyola 50, Hyola 61, Hyola 433, Hyola 571CL e Hyola 575CL). A semeadura foi realizada no dia 03/03/17 em espaçamento entre linhas de 0,45 m e densidade de 62 plantas por m², tendo a área de cada parcela 11,25 m² (5 x 2,25 m). O solo foi preparado em sistema de manejo convencional com duas gradagens. Para a adubação mineral de semeadura foram utilizados, ureia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, nas doses de 30-60-50 kg ha⁻¹ ao longo de toda a parcela, sem incorporação. Com aproximadamente um mês, foi realizada adubação nitrogenada de cobertura, aplicando sulfato de amônio, na dose de 50 kg ha⁻¹, distribuída por linha de plantio. Foram realizadas capinas manuais, controle químico para controle de plantas daninhas e insetos-pragas e aplicação preventiva de fungicida.

Para avaliar o desempenho dos híbridos foram aferidas as seguintes variáveis: altura de plantas – foram tomadas medidas de 10 plantas por parcela quando as plantas encontravam-se no estágio final de florescimento, considerando-se a distância em cm entre o nível do solo e a extremidade superior do maior racemo com siliqua com uso de régua graduada; ciclo de planta (dias entre emergência à maturação) – considerou-se os dias da emergência quando 50% das plântulas emergiram e os dias da maturação quando pelo menos 50% das sementes mudaram para a cor marrom escura nas síliquas localizadas sobre o meio do racemo principal da planta; produtividade – após colheita, os grãos contidos na área útil de cada parcela foram pesados, expresso em kg ha⁻¹ e ajustados para 9% do grau de umidade dos grãos colhidos para aferir a produtividade. O número de metros lineares colhidos foi multiplicado pelo espaçamento para determinar a área colhida.

Após a obtenção dos dados, foram realizadas as análises de variância para todas as características avaliadas e quando houve efeito significativo as médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios obtidos para altura de planta, ciclo de planta (dias entre emergência à floração) e produtividade encontram-se na Tabela 1. Observa-se que não houve diferença significativa entre os diferentes híbridos para a altura de plantas (Tabela 1). O híbrido Hyola 61 apresentou 110 cm, encontrando-se dentro da variação esperada de 88 a 136 cm de acordo com Tomm, Ferreira e Vieira (2014), em avaliação

de híbridos de canola em ensaios em rede, conduzidos entre as latitudes 15° 52' 20" e 30° 32' 38"S e altitudes de 73 a 1.113m.

Híbridos	Altura de planta (cm)	Ciclo de planta (dias entre emergência à maturação)	Produtividade (Kg ha ⁻¹)
Hyola 50	111 a	95,75 a	632,88 b
Hyola 61	110 a	94,00 ab	533,94 b
Hyola 571CL	113 a	91,50 bc	808,01 ab
Hyola 433	114 a	89,75 c	1.013,24 a
Hyola 575CL	114 a	89,00 c	804,74 ab
CV (%)	3,97	1,46	17,12

Tabela 1. Valores médios obtidos para altura de planta (cm), ciclo de planta (dias entre emergência à maturação) e produtividade (Kg ha⁻¹).

Médias de cada coluna seguidas por letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade

Os híbridos Hyola 50 e Hyola 433 apresentaram altura média de 111 e 114 cm respectivamente, valores que se encontram fora do apresentado por Tomm, Ferreira e Vieira (2014), que variou de 118 a 150 e 124 a 131 respectivamente. O efeito mais importante da temperatura do ar sobre as plantas de canola reside na definição dos estádios fenológicos. Cada estágio avança a partir do acúmulo de certa quantidade de temperatura, expressa pelo índice de graus-dia (DALMAGO et al., 2009). Assim, em temperaturas elevadas há o aumento do processo metabólico, que encurta o ciclo da planta, reduzindo sua altura.

Para a variável ciclo de planta houve diferença estatística significativa entre os híbridos avaliados (Tabela 1). O híbrido Hyola 50 apresentou ciclo mais longo, 95,75 dias, não diferindo do Hyola 61, 94 dias. Em ensaios conduzidos em rede, Hyola 50 e 61 foram classificadas como híbridos de ciclo médio, com duração de emergência à maturação maior que 100 dias (TOMM, FERREIRA E VIEIRA, 2014).

Em avaliação no nordeste da Paraíba, a duração do ciclo do Hyola 61 da emergência à colheita foi 94 dias (TOMM, 2008), valor semelhante ao encontrado no presente estudo. Não houve diferença estatística entre os híbridos Hyola 571CL, Hyola 433 e Hyola 575CL, que tiveram duração de 91,50, 89,75, e 89 dias, respectivamente, sendo que o primeiro também não diferiu do Hyola 61. Em função das condições climáticas da região, o uso de híbridos de ciclo precoce é benéfico, sendo que o período de permanência das plantas no campo é menor, evitando assim problemas com déficit hídrico (MENDONÇA et al., 2016). Apesar do uso do número de dias ser um indicador para a definição do ciclo da cultura da canola, deve-se lembrar de que é uma forma que apresenta grande variabilidade, sendo que a taxa de desenvolvimento da planta responde à temperatura do ar, definindo então os estádios fenológicos. A elevação da temperatura acelera os estádios de crescimento da planta, o que pode

causar grande diferença em termos de ciclo total, encurtando o mesmo (MENDONÇA et al., 2016; DALMAGO et al., 2009).

Para a variável produtividade houve diferença estatística entre os híbridos avaliados. Hyola 61 apresentou menor produtividade de 533,94 kg ha⁻¹, não diferindo do Hyola 50, Hyola 571CL e Hyola 575CL. O híbrido Hyola 433 apresentou maior produtividade, de 1.013,24 kg ha⁻¹, não diferindo do Hyola 571CL e 575CL. Em locais com condições edafoclimáticas semelhantes, como em Mato Grosso do Sul, foram encontradas por Tomm (2007) produtividade de 969 kg ha⁻¹ para Hyola 61 e por Ito et al. (2014) produtividade média de 687 kg ha⁻¹ para Hyola 571CL, 798 kg ha⁻¹ para Hyola 61 e 1.341 kg ha⁻¹ para Hyola 433.

Observa-se com frequência, nas diversas espécies oleaginosas, uma discrepância no rendimento dos grãos cujas fontes de variação podem ser originadas do genótipo, densidade de plantas, adubação nitrogenada, sendo que efeitos proporcionados pelo ano de cultivo influenciam mais a produção do que o potencial genético da cultivar e, além disso, entre os fatores diretamente ligados ao ambiente, a melhoria do manejo de cultivo pode proporcionar efeitos benéficos na produtividade de grãos (KRÜGER et al. 2011).

4 | CONCLUSÕES

Dentre os híbridos avaliados, destacam-se os híbridos Hyola 433, 571CL e Hyola 575CL com menor ciclo e maior produtividade Jataí – GO. Recomenda-se repetir os experimentos para que haja uma contínua avaliação do desempenho dos híbridos de canola para a região, para posterior identificação de híbridos mais adequados para a região de Jataí - GO.

REFERÊNCIAS

DALMAGO, G. A. et al. Canola. In: MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos cultivos**: o fator meteorológico na produção agrícola Brasília, DF: INMET, 2009. p. 131-149.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Definição e histórico de Canola**. 2017. Disponível em <<http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/definicao.htm>>. Acesso em: 2 Jun. 2017.

ITO, M. A. et al. Efeito de épocas de semeadura sobre o desempenho de genótipos de canola em Dourados, MS. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CANOLA, 2014, Passo Fundo. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2014.

KRÜGER, C. A. M. B. et al. Herdabilidade e correlação fenotípica de caracteres relacionados à produtividade de grãos e à morfologia da canola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 12, p. 1625-1632, 2011.

MENDONÇA, J. A. et al. **Canola (*Brassica napus* L.)**. Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca, , 2016. 32 p. (Série Produtor Rural, nº 61).

TOMM, G. O. et al. **Desempenho de genótipos de canola (*Brassica napus* L.) no Nordeste do estado da Paraíba, Nordeste do Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 15 p. (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 65). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp65.htm>. Acesso em 30 de Jul, 2017.

TOMM, G. O. et al. **Desempenho de genótipos de canola no Mato Grosso do Sul, 2006**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 18 p. 2007. (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 40). Disponível em:<http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp40.htm>. Acesso em 30 de Jul, 2017.

TOMM, G. O.; FERREIRA, P. E. P.; VIEIRA, V. M. **Canola: Híbridos avaliados em rede coordenada pela Embrapa**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 6 p. 2014. (Embrapa Trigo. Cartilha) Disponível em <<https://www.embrapa.br/en/web/mobile/publicacoes/-/publicacao/1020028/canola-hibridos-avaliados-em-rede-coordenada-pela-embrapa>>. Acesso em 8 de Jun, 2017.

USDA. United States Department of Agriculture. Economic Reserch Service. Canola. Disponível em: <<http://www.ers.usda.gov/topics/crops/soybeans-oil-crops/canola.aspx>>. Acesso em: 26 Jun. 2017.

DIVERSIDADE DE INSETOS EM DIFERENTES AMBIENTES NO IFNMG - CAMPUS ARINOS

Thays Morato Lino

Instituto Federal Norte de Minas Gerais - *Campus* Arinos, Departamento Ciências Agrárias – Arinos – MG.

Elisabeth Gomes Uchôas

Instituto Federal Norte de Minas Gerais - *Campus* Arinos, Departamento Ciências Agrárias – Arinos – MG.

Manoel Xavier de Oliveira Júnior

Instituto Federal Norte de Minas Gerais - *Campus* Arinos, Departamento Ciências Agrárias – Arinos – MG.

Chirles Rosa Ramos

Instituto Federal Norte de Minas Gerais - *Campus* Arinos, Departamento Ciências Agrárias – Arinos – MG

Matheus dos Santos Pereira

Instituto Federal Norte de Minas Gerais - *Campus* Arinos, Departamento Ciências Agrárias – Arinos – MG.

Luciana Rodrigues da Conceição

Instituto Federal Norte de Minas Gerais - *Campus* Arinos, Departamento Ciências Agrárias – Arinos – MG.

RESUMO: O presente estudo foi realizado no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Arinos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 2 repetições. O trabalho consistiu de coletas de insetos com armadilhas de solo do tipo

“pitfalls” em diferentes áreas: área do Cerrado, área do Eucalipto, área do PAIS (Projeto Agroecológico Integrado e Sustentável) e área Degradada em dois períodos (Maio e Dezembro de 2014). Foram quantificados 5371 indivíduos através da coleta com armadilhas tipo “pitfalls”, sendo 5269 pertencentes à classe Insecta. As principais ordens encontradas foram: Coleoptera, Hemiptera e Hymenoptera. A ordem com maior número de indivíduos coletados foi a Hymenoptera. Na área do PAIS (Projeto Agroecológico Integrado e Sustentável) as ordens que mais se destacaram foram: Diptera, Hemiptera e Hymenoptera.

PALAVRA-CHAVE: Armadilhas, Insetos, Pitfall, Solo.

ABSTRACT: The present study was carried out at the Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Arinos. A completely randomized design with 4 treatments and 2 repetitions was used. The work consisted in collecting insects with pitfall traps on different areas: Cerrado area, Eucalyptus plantation area, PAIS (Integrated Sustainable Agroecological Project) area and a degraded area in two periods (May and December 2014). Through the collecting from the pitfalls 5371 individuals were quantified, from which 5269 belonged to the Class Insecta. The main Orders found were: Coleoptera, Hemiptera and Hymenoptera. The order with the largest

number of collected individuals was Hymenoptera. On the PAIS Integrated Sustainable Agroecological Project) area the most frequent Orders were Diptera, Hemiptera and Hymenoptera.

KEYWORDS: Traps, Insects, Pitfall, Ground.

1 | INTRODUÇÃO

Os insetos são considerados uma classe importante na agricultura e constituem o maior grupo animal e muitas espécies desta classe são consideradas pragas agrícolas. A importância ecológica para a reprodução das plantas se deve a ação polinizadora de algumas espécies (TRINDADE et al., 2004). As abelhas além de ser um componente importante da biodiversidade, são importantes também na produção de alimentos (RIBEIRO, 2012).

O processo evolutivo fez com que os insetos se adaptassem a quase todos os tipos de habitats, e essas modificações auxiliaram-nos desde a procura e suprimento de alimento à proteção contra inimigo natural (BARBOSA, 2008).

Os insetos podem ser considerados bons indicadores dos níveis de impacto ambiental (SILVA, 2009), devido à sua abundância, elevada densidade populacional, riqueza de espécies, características biológicas adaptativas, ocupando uma vasta diversidade de habitats (THOMANZINI; THOMANZINI, 2002).

O solo propicia um ambiente favorável à reprodução, alimentação e abrigo para fauna. Existem milhões de animais invertebrados que vivem no solo ou que passam uma ou mais fases ativas neste ambiente. Não sendo possível estudar toda a fauna do solo, os grupos de insetos são selecionados de acordo com objetivo do estudo e os ecossistemas avaliados (FERREIRA, 2009).

A fauna edáfica contribui na decomposição da matéria orgânica e na estruturação do solo, portanto sua identificação e quantificação são indispensáveis na compreensão das interações biológicas do sistema solo/planta (SILVA et al., 2012). A biota do solo, especialmente os representantes da meso e macro-fauna, tem papel determinante nos processos edáficos, tais como: ciclagem de nutrientes, decomposição da matéria orgânica, melhoria na agregação, porosidade, infiltração de água e no funcionamento biológico do solo (SANGINGA et al., 1992). Alguns insetos podem servir como indicadores de qualidade de sítios como exemplo os das ordens Hemiptera, Coleoptera e Hymenoptera. Atualmente muitos grupos da ordem Coleoptera têm sido utilizados como indicadores da qualidade ou degradação do ambiente, por esses insetos possuem vários nichos ecológicos, ocupando praticamente todos os ambientes (SILVA; SILVA, 2011).

A atividade biológica do solo é fundamental para um bom funcionamento do solo. Essa atividade depende da composição da biota e seus valores que caracterizam o potencial do solo. A fauna edáfica tem um importante papel de sustentabilidade

do sistema através dos seus efeitos nos processos do solo, e devido à sua grande sensibilidade às interferências no ecossistema (CORDEIRO et al., 2004).

O uso intensivo e inadequado do solo em diversas áreas exploradas tem sido a causa da baixa fertilidade dos solos (CORDEIRO et al., 2004).

No campus do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG)/Arinos-MG encontra-se uma variedade de habitats, isso se deve principalmente ao seu histórico de uso, desde a derrubada da floresta primária, para a bovinocultura até os dias atuais. Para a instalação do campus foram implantadas estradas e prédios, destinados ao ensino e algumas áreas tiveram outras destinações: foram definidas como núcleos de uso agroecológico, outros serviram como experimentos silviculturais e outros ficaram abandonados tornando-se áreas degradadas. A diversidade de ambientes encontrados no campus oferece uma ampla oferta de alimentos e de abrigos para a micro e macro fauna.

Este trabalho teve como objetivo quantificar a variedade de insetos e caracterizá-los de acordo com suas ordens em quatros ambientes distintos no período seco e chuvoso no IFNMG – Campus Arinos (AQUINO, 2001).

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - Campus Arinos. O clima desta região é classificado como Aw (clima tropical de savana com estação seca de inverno) (KOPPEN-GEIGER, 2006). Com temperatura mínima 20°C e máxima 38°C, com média anual de 23,9°C e precipitação média anual de 1181 mm (INMET, 2015). Situado entre 15° 54' 19" Latitude Sul, 46° 6' 32" longitude Oeste e com 521 m de altitude. O delineamento experimental foi blocos inteiramente casualizados: dois períodos (seco e chuvoso) e com quatro áreas diferentes (Cerrado, Eucalipto, PAIS - Projeto Agroecológico Integrado e Sustentável e Área Degradada), em esquema fatorial com 10 repetições.

O experimento foi realizado em dois períodos do ano, sendo o primeiro no mês de maio de 2015 baixa pluviosidade e a segunda no mês de dezembro de 2014, estação chuvosa.

Foram definidas quatro áreas dentro do Campus Arinos. As áreas foram escolhidas pela facilidade de acesso e pela diferença de habitats. As áreas foram separadas em quatro tratamentos e classificadas como: 1° Área do Cerrado, 2° Área de Eucalipto, 3° Área do PAIS (Projeto Agroecológico Integrado e Sustentável) e 4° Área Degradada.

O Cerrado (Figura 1) é uma área de conservação do *Campus*, onde pode se encontrar uma diversidade de espécies arbóreas, com solo mais sombreado e protegido.



Figura 1 - Área do cerrado IFNMG - Campus Arinos - MG.

A área de Eucalipto (Figura 2) é uma área onde há predominância de árvores do gênero *Eucalyptus* sp. Apresenta sub-bosque sujo e sem qualquer manejo, mas que oferece um habitat com mais sombra e umidade.



Figura 2 - Área do Eucalipto IFNMG – Campus Arinos -MG.

O PAIS (Figura 3) é uma área de cultivo onde se predomina o cultivo agroecológico de forma sustentável, com o solo protegido e presença de umidade local (irrigação por gotejamento).



Figura 3 - Área do PAIS, IFNMG - Campus Arinos – MG.

A área Degradada (Figura 4) foi classificada por ser uma área sem nenhum tipo de uso, mas que tem histórico de uso para fins culturais, como culturas de ciclo anual (no momento não havia nenhum tipo de proteção sob o solo).



Figura 4 - Área Degradada IFNMG - Campus Arinos –MG.

Uma vez definidas as áreas delimitou-se o ponto inicial da parcela amostrada. A partir deste ponto as armadilhas foram distribuídas ao longo de transectos (linha ou secção através de uma faixa de terreno, ao longo da qual são registradas e contabilizadas as ocorrências do fenômeno que está sendo estudado). Foram utilizadas armadilhas tipo “pitfalls”.

As armadilhas foram dispostas a distância de 1 metro (m) entre uma e outra. A área amostrada em cada unidade amostral totalizou 10 metros de comprimento.



Figura 5 - Mapa geral do IFNMG - Campus Arinos - MG, com a localização das unidades demonstrativas usadas no experimento. Área do Cerrado, Área do Eucalipto, Área Degradada e Área do PAIS.

As armadilhas foram construídas usando um pote plástico de 10 centímetros (cm) de largura e 15 cm de profundidade, os quais receberam uma cobertura de um prato plástico com 20 cm de diâmetro, suspenso por palitos de madeira com aproximadamente 15 cm usados para impedir ou diminuir a entrada de água no período das chuvas. As armadilhas foram enterradas mantendo sua borda ao nível do solo e contendo em seu interior líquido conservante. Foi colocada uma mistura composta de 15 mL de água, 15 mililitros (mL) de álcool 70% e gotas de detergente líquido em cada recipiente. As armadilhas-de-solo (“pitfalls”) ficaram instaladas no campo por 72 horas (h) e após esse período, os potes foram retirados e levados ao laboratório de Biologia do IFNMG – Campus Arinos para a limpeza e triagem do material (FERREIRA, 2009).



Figura 6 - Armadilha de solo (“pitfalls”).

Realizou-se a triagem separando-se o material inerte (folhas mortas, terra e pequenos galhos) com ajuda de uma peneira fina. O material foi lavado delicadamente com auxílio de uma pisseta com água, separando-se o material grosseiro e permitindo uma visualização mais clara dos grupos de interesse. Os insetos foram colocados em placas do tipo Petri e visualizados com ajuda de uma lupa, para permitir a observação

dos detalhes morfológicos das ordens. Eles foram separados pelo seu morfotipo (Figura 7 e 9) e contabilizados.

A identificação das principais ordens encontradas foi realizada com ajuda de bibliografia especializada, seguindo as chaves entomológicas e pela comparação com outras imagens encontradas. Os resultados foram tabulados e transformados pela equação: $(\sqrt{x+1})$, visando à normalização dos dados. Foi realizada a avaliação estatística, por meio do programa SISVAR (FERREIRA, 2000). Os tratamentos foram testados usando o teste de Scott-Knott (5%).

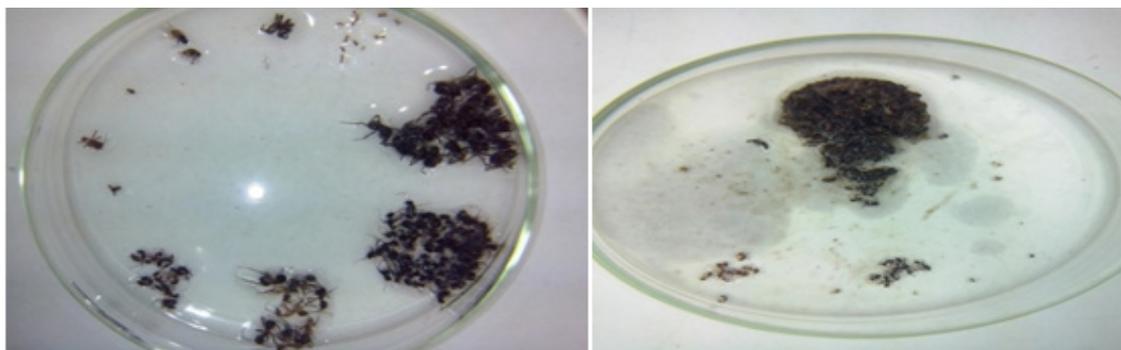


Figura 7 - Detalhamento da triagem das principais ordens da classe insecta capturadas pelo pifalls. IFNMG – Campus Arinos – MG.



Figura 8 - Separação dos principais morfotipos encontrados nas áreas de estudos do IFNMG – Campus Arinos – MG.



Figura 9 - Triagem utilizando a lupa para melhor visualização das estruturas dos insetos. IFNMG – Campus Arinos – MG.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi coletado um total de 5371 indivíduos, através do sistema de armadilhas tipo “pitfalls”, sendo que 5269 eram pertencentes à classe Insecta. As ordens Coleopteras, Hemiptera e Hymenoptera foram as mais representativas entre os insetos coletados.

Na área do Projeto Agroecológico Integrado e Sustentável (PAIS) foi observado maior frequência da ordem Diptera, Hymenoptera e Hemiptera (CORDEIRO et al., 2004), encontrou resultados semelhantes e concluiu que isto se deve provavelmente pela proximidade das áreas, principalmente para este grupo, que possuem elevada mobilidade, transitando de uma área para outra. Um estudo mais detalhado ao nível taxonômico deste grupo, separando as espécies encontradas, e fazendo as coletas em várias épocas do ano para uma maior precisão dos dados, só assim poderia explicar melhor a maior incidência dessa ordem.

Observam-se nas Figuras 10 e 11 a diversidade de ordens por área. Para a Área Degradada, no período seco, (Figura 10) obteve-se um valor significativo da ordem Hymenoptera enquanto às outras ordens que se obtiveram valores baixos quando comparados a esta ordem.

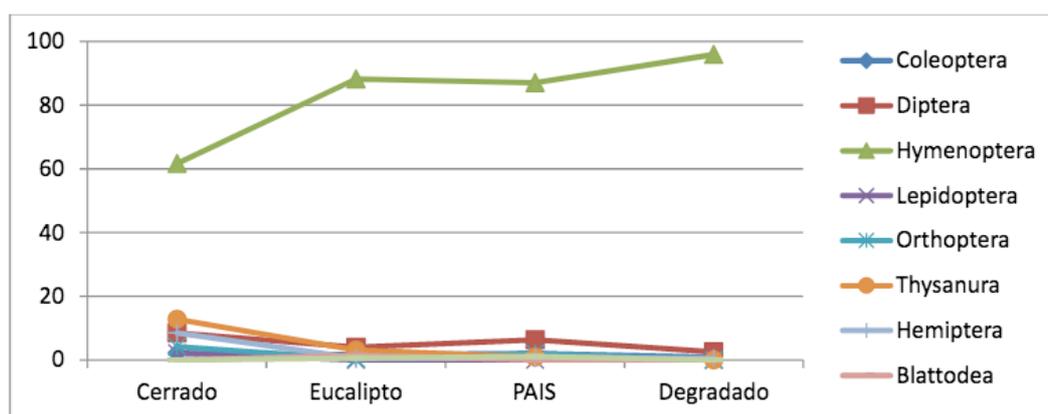


Figura 10 - Gráfico comparando as diferentes ordens encontradas com as quatro áreas de estudo, no período seco (Maio). Arinos – MG, IFNMG (2014).

No gráfico comparando as diferentes áreas (Figura 11) com as principais ordens encontradas, no período chuvoso, pode-se observar que a ordem Hymenoptera e Blattodea se destaca em quase todos os ambientes estudados, exceto na área do degradada para hymenoptera e exceto na área do cerrado e área do cerrado para a blattodea. Isto pode ser explicado pelo fato de serem capturadas muitas larvas de Lepidoptera na época chuvosa dentro desta área, elevando-se assim seu número. A Blattodea por gostar de locais onde se encontra bastante alimento, como no Eucalipto e no cerrado onde apresenta uma área suja, sem algum tipo de manejo.

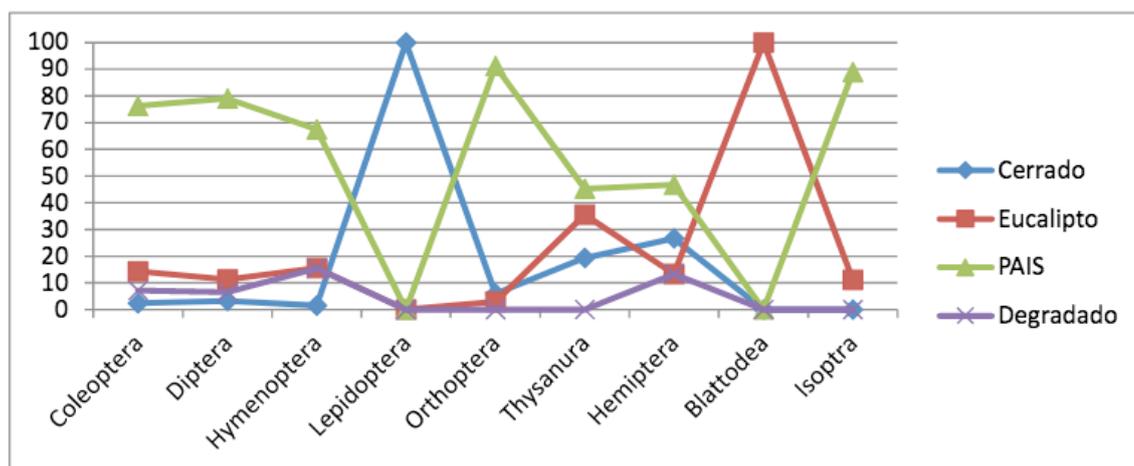


Figura 11. Gráfico comparando as diferentes ordens encontradas com as quatro áreas de estudo, no período chuvoso (Dezembro). Arinos – MG, IFNMG (2014).

Ambiente	Blatto-dea	Díptera	Hemíptera	Hymenoptera	Isoptera	Lepidoptera	Orthoptera	Thysanura
Período Seco	1,03 a	1,72 a	1,22 a	5,53 a	1,0 a	1,01 a	1,21 a	1,24 a
Período Chuvoso	1,04 a	1,86 a	1,15 a	5,61 a	1,0 a	1,60 b	1,40 a	1,22 a
**NMS	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Tabela 1 - Análise estatística comparando número médio de indivíduos coletados em diferentes períodos (chuvoso e seco). Arinos – MG, IFNMG (2014)

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade (P<0,05%). **NMS: Nível mínimo de significância.

Ambiente	Média
Período Seco	1,00 a
Período Chuvoso	1,26 a
**NMS	0,05

Tabela 2 - Análise estatística com desdobramento para a classe Coleoptera onde foi apresentado interação entre o ambiente. Arinos – MG, IFNMG (2014).

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade (P<0,05%). **NMS: Nível mínimo de significância.

Houve diferenças significativas no período chuvoso na ordem Lepidoptera. No período chuvoso há mais incidência de lagartas no solo, por estar úmido, rico em matéria orgânica e com temperaturas amenas, fornecendo melhores condições de abrigo e alimentação. As lagartas ficam à procura de alimentos, para que depois de alguns dias entrem em metamorfose e transformem em mariposas ou borboletas.

A ordem Lepidoptera tem uma grande importância econômica. Algumas larvas são fitófagas e muitas delas são pragas em plantios agrícolas. Por outro lado, os adultos são bonitos e muito procurados por colecionadores (BORROR; DELONG, 1988).

Ambiente	Blatto-dea	Díptera	Hemíptera	Hymenoptera	Isoptera	Lepidoptera	Orthoptera	Thysanura
Cerrado	1,04 a	1,37 a	1,17 a	2,60 a	1,0 a	1,38 a	1,36 a	1,12 a
Eucalipto	1,12 a	1,70 a	1,04 a	4,85 a	1,03 a	1,18 a	1,25 a	1,23 a
PAIS	1,00 a	2,78 b	1,44 b	11,38 b	1,15 a	1,03 a	1,47 a	1,56 a
Degradado	1,00 a	1,30 a	1,08 a	3,85 a	1,0 a	1,63 a	1,13 a	1,0 a
**NMS	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Tabela 3 – Número médio de indivíduos coletados por ordem em diferentes áreas: área do Cerrado, área do Eucalipto, área do PAIS e área Degradado. Arinos – MG, IFNMG (2014)

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade ($P < 0,05\%$). **NMS: Nível mínimo de significância.

Ambiente	Média
Cerrado	1,65 a
Eucalipto	1,47 a
PAIS	1,21 a
Degradado	1,26 a
**NMS	0,05

Tabela 4 – Análise estatística com desdobramento da classe Coleoptera onde foi apresentada interação entre o ambiente. Arinos – MG, IFNMG (2014).

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade ($P < 0,05\%$). **NMS: Nível mínimo de significância.

Nota-se (Tabela 3) que no PAIS (Projeto Agroecológico Integrado e Sustentável) houve diferença significativa para todas as ordens. Isto ocorreu provavelmente por conta da maior disponibilidade de recursos naturais encontradas neste local: umidade (devido ao sistema de irrigação por gotejo), matéria orgânica e diversidade de espécies vegetais, abrigos e alimentos.

As ordens Hemiptera, Hymenoptera, Diptera não mostraram diferença significativa entre os períodos, mas ocorreu diferença no local o PAIS, onde tem maior incidência de alimento, por ser um ambiente natural sem o uso de agrotóxico, tendo uma agricultura mais sustentável, minimizando risco de danos ambientais.

Nas ordens Blattodea, Orthoptera, Thysanura, Isoptera, não houve diferença significativa entre períodos e em locais.

Entretanto na ordem Lepidoptera nota-se diferença significativa no período chuvoso, visto que estas se encontravam na fase de lagartas, período que elas estão à procura de alimento.

Dentre as ordens estudadas, observou-se que a ordem Coleoptera apresentou diferença com o ambiente. Foi realizado o desdobramento estatístico e constata-se que a área do PAIS que influenciou no número de indivíduos encontrados para esta ordem. Possivelmente esta diferença se deve ao acúmulo de matéria orgânica inserida nesse sistema de plantio direto através dos compostos orgânicos.

4 | CONCLUSÃO

Coleoptera, Hemiptera e Hymenoptera, sendo a Hymenoptera a mais representativa.

A ordem Lepidoptera apresentou maior número de indivíduos no período chuvoso em comparação ao período seco.

No período seco apresentou uma alta incidência da ordem Hymenoptera nas áreas estudadas.

Na área do Eucalipto houve um alto número de indivíduos da ordem Blattodea no período chuvoso.

A área do Cerrado apresentou uma incidência da ordem Lepidoptera no período chuvoso.

A área do PAIS (Projeto Agroecológico Integrado e Sustentável) se destacou com as ordens Diptera, Hemiptera e Hymenoptera.

A área Degradada apresentou incidência da ordem Hymenoptera.

A armadilha do tipo “pitfalls” é um instrumento para se fazer coletas de amostras da meso e macro fauna do solo, sendo de baixo custo e fácil instalação.

REFERÊNCIAS

AQUINO, A.M. **Manual para macrofauna do solo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, maio 2001. 21p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 130).

BARBOSA, O. A. A. **Entomofauna de solo em áreas de vegetação nativa e de cultivo de cana de açúcar no município de União Piauí**. Teresina, 2008.

BORROR, D. J.; DELONG, D. M. **Introdução ao Estudo dos Insetos**. Ed. Edgar Blucher Ltda., p 653. São Paulo, 1988.

CORDEIRO, F.C.; DIAS, F. C.; MERLIM, A. O.; CORREIA, M. E. F.; AQUINO, A. M. E.; BROWN, G. Diversidade da macrofauna invertebrada do solo como indicadora da qualidade do solo em sistema de manejo orgânico de produção. RJ. **Revista Universidade Rural**: Série Ciências da Vida, Seropédica, v. 24, n.2, p. 29-34, 2004.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p.255-258.

FERREIRA, F. A. G. **Principais armadilhas para coleta da macrofauna do solo**. Aula Prática. Seropédica- RJ. 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Estações convencionais**. Disponível em: <www.inmet.gov.br>. Acesso em ago. 2018.

KOPPEN, W. GEIGER, R. **Classificação climática de Koppen-Geiger** (2006).

RIBEIRO, M. F. **III Semana dos Polinizadores: Palestras e Resumos**. Documentos 249. Embrapa Semiárido. ISSN 1808-9992. Petrolina, PE. 2012.

SANGINGA, N.; MULONGOY, K.; SWIFT, M. J. **Contribution of soil organisms to the sustainability and productivity cropping systems in the tropics**. Agriculture, ecosystems & environment, v. 41, n. 2, p. 135-152, 1992.

SILVA, J.; JUCKSCH, I. ; TAVARES, R. C. **Invertebrados edáficos em diferentes sistemas de manejo do cafeeiro na Zona da Mata de Minas Gerais**. Revista Brasileira de Agroecologia. 7(2): 112-125 (2012) ISSN: 1980-9735.

SILVA, M. M. **Diversidade de insetos em diferentes ambientes florestais no município de Cotriguaçu, estado de Mato Grosso**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Engenharia Florestal. Cuiabá, MT, 2009.

SILVA, P. G.; SILVA, F. C. G. Besouros (Insecta: Coleoptera) utilizados como Bioindicadores. **Revista Congrega** URCAMP. ISSN 1982-2960. Santa Catarina SC. 2011.

THOMANZINI, M. J.; THOMANZINI, A. P. B. W. **Levantamento de insetos e análise entomofaunística em floresta, capoeira e pastagem no Sudeste Acreano**. Rio Branco: EMBRAPA Acre. Circular Técnica, 41p. 2002.

TRINDADE, M. S. A.; SOUSA, A. H.; VASCONCELOS, W. E. ; FREITAS, R. S.; SILVA, A. M. A.; PEREIRA, D. S.; MARACAJÁ, P. B. Avaliação da polinização e estudo comportamental de *Apis mellifera* L. na cultura do meloeiro em Mossoró. RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 1, p. 1-10, 2004.

EFEITO DA UMIDADE E DA ACÚSTICA NA TORREFAÇÃO DE *Pinus elliotii*

Myla Medeiros Fortes

Universidade de Brasília
Brasília-DF

Eder Pereira Miguel

Universidade de Brasília
Brasília-DF

Bruno Sant' Ana Chaves

Universidade de Brasília
Brasília-DF

Ícaro Renã Alves Moureira Nery

Universidade Estadual Paulista
Botucatu-SP

Ailton Teixeira do Vale

Universidade de Brasília
Brasília-DF

RESUMO: A torrefação é um método de tratamento térmico a temperaturas relativamente baixas, até 300°C, que visa produzir um combustível com maior densidade energética. Associada a torrefação, outra técnica é o uso da acústica, que, acoplado ao reator de torrefação, pode aumentar as taxas de transferência de calor convectiva, observados em processos termo-acústicos. O objetivo foi avaliar o efeito da umidade e da acústica no processo de torrefação com base nas características físicas e energéticas da madeira torrificada de *Pinus elliotii*. A madeira de *Pinus elliotii* a 0 e 12% de umidade foi submetida ao processo de

torrefação com taxa de aquecimento de 5 °C por mim, temperatura final de 250°C e tempo na temperatura final de 60 minutos, na presença e ausência de onda sonora de 2478 Hz. Os resultados indicaram que a madeira *Pinus elliotii* não sofreu influência do uso acústico, mas que a umidade da madeira durante o processo de torrefação gerou aumento do teor de carbono fixo, diminuição do teor de materiais voláteis e diminuição da resistência mecânica.

PALAVRAS-CHAVE: Torrefação, acústica, *Pinus elliotii*, propriedades energéticas.

ABSTRACT: The torrefaction is a method of heat treatment at relatively low temperatures, up to 300 °C, that aims to produce a combustible with higher energetic density. In association to the torrefaction, another technique is the use of the acoustics, which coupled with the torrefaction reactor, can increase the index of convective heat transfer, observed in thermo-acoustic processes. This study aimed to evaluate the effect of the moisture content and of the acoustics in the torrefaction process, based on physical and energetic characteristics of the torrefied wood of *Pinus elliotii*. The wood of *P. elliotii* at 0 to 12% of moisture content was submitted to the torrefaction process with increasing index of temperature of 5 °C per minute, final temperature of 250 °C and time in the final temperature of 60 minutes, in the

presence and absence of sound waves of 2478 Hz. The results have indicated that the wood of *P. elliotii* did not show any influences by the usage of acoustics, however the wood moisture content during the torrefaction process have increased the fixed carbon content, decreased the volatile material content and decreased the mechanical resistance.

KEYWORDS: Torrefaction, acoustics, *Pinus elliotii*, energetic properties.

1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, a área de biomassa proveniente de florestas plantadas corresponde a 7,84 milhões de hectares, dos quais 5,7 milhões são do gênero *Eucalyptus* e 1,6 milhões, *Pinus* (IBÁ, 2017), as quais são amplamente utilizadas como recurso energético, as chamadas florestas energéticas (BRAND, 2008).

A biomassa por ser heterogênea, higroscópica, ter baixo teor de carbono fixo e a densidade apresentar baixa eficiência energética no processo de combustão, além das propriedades físicas que a compõe que afetam a viabilidade econômica do processo devido os custos de transporte e, por isto, necessita de pré-tratamento, como a torrefação, para melhorar sua qualidade (CAMBOY et al, 2014).

A torrefação é um tratamento térmico a temperaturas relativamente baixas, até 300°C, que visa produzir um combustível com maior densidade energética (CHEN et al., 2015). Associada à torrefação, a acústica pode aumentar as taxas de transferência de calor convectiva, observados em processos termo-acústicos (ZHOU et al., 2002; BENNETT et al., 2009). O qual em hipótese poderia mudar a distribuição de pressão e campo de fluxo ao redor da amostra de madeira, modificando a interação entre o meio gasoso do reator e voláteis na superfície da amostra de madeira, dessa forma, melhorando os processos de degradação.

Além de tratamentos, o controle da qualidade da biomassa é de suma importância, pois ela apresenta elementos que podem favorecer a formação de compostos durante sua transformação, que são dependentes, significativamente, da espécie da madeira, dos anéis de crescimento e do teor de umidade (FIGUEROA; MORAES, 2009; CANAL et al, 2016). O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da acústica e da umidade no processo de torrefação de madeira de *Pinus elliotii*.

2 | METODOLOGIA

Foram utilizadas amostras de madeira orientadas, com dimensões de 3x3x3 cm, da espécie *Pinus elliotii* nas condições de 0% e 12% de umidade. Os materiais *in natura* e torreficado foram analisados quanto a densidade aparente, conforme a norma ABNT 9165 (1985), a compressão paralela às fibras, conforme a norma ASTM D143/2000 com adaptação quanto às dimensões do corpo de prova, a análise química

imediate pela norma ABNT NBR 8112 (1986), e ao poder calorífico superior com base na norma ABNT NBR 8633 (1984).

O poder calorífico inferior foi calculado conforme a equação 01:

$$\text{Equação 01: } \mathbf{PCI = PCS - (600 * \frac{9H}{100})}$$

O poder calorífico inferior foi calculado conforme a equação 02:

$$\text{Equação 02: } \mathbf{PCU = PCI * (1 - U) - (600 * U)}$$

Em que: PCI: Poder calorífico inferior (kcal/kg); PCU: Poder calorífico útil (kcal/kg); H: Hidrogênio expresso em (%); U: Umidade expresso em (%).

Os ensaios de torrefação foram realizados em um reator (Figura 1) que possibilita criações de diferentes rampas e patamares de aquecimento e análise das temperaturas dentro e na superfície da amostra. Os ensaios foram realizados com taxa de aquecimento de 5°C por mim, temperatura final de 250°C e tempo na temperatura final de 60 minutos, conforme proposto por Rodrigues & Rousset (2009). As ondas acústicas foram geradas por um alto-falante localizado na parte superior e externa do reator, emitidas para um tubo que faz a conexão para dentro do reator por meio de uma abertura localizada na parte superior do reator, na frequência de 2478 hertz e amplitude constante de 10 volts (SILVEIRA et al. 2017).

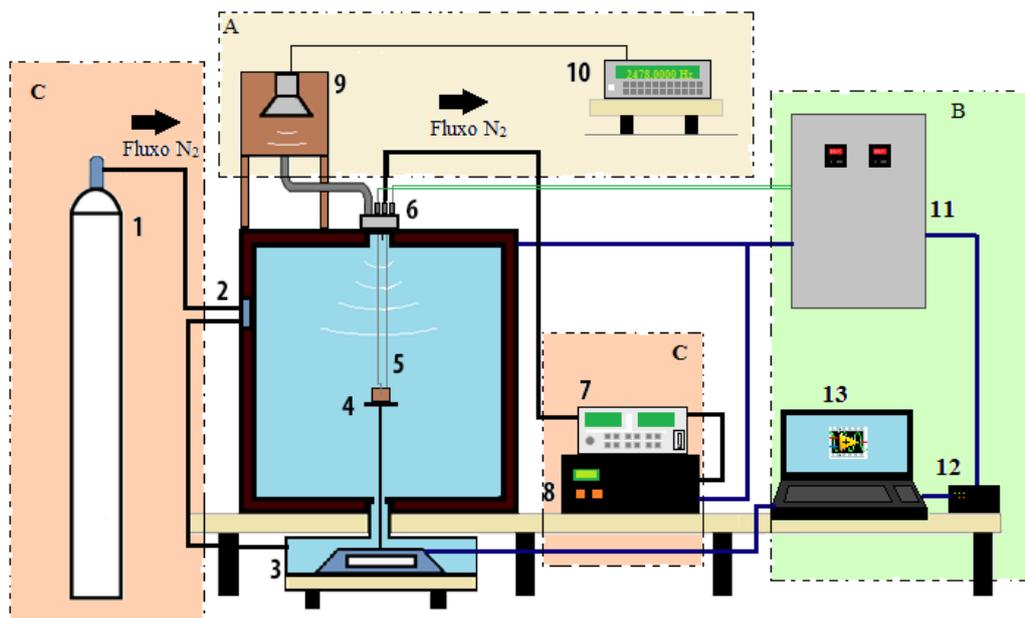


Figura 1. Esquema do reator de torrefação utilizado. Fonte: Edgar Amaral Silveira, Doutorando em Ciências Mecânicas – Unb.

Legenda:

- 1) Cilindro de Nitrogênio; 2) Válvula solenoide de controle do fluxo N2; 3) Balança;
- 4) Amostra; 5) Reator de Torrefação (Estufa adaptada); 6) Termopares (Centro e Superfície); 7) Bomba de fluxo; 8) Controlador do nível de N2; 9) Alto Falante; 10) Gerador de Sinais; 11) Quadro de comando; 12) Gantner (comunicação com o CPU); 13) Computador (Labview).

A densidade energética foi calculada conforme a equação 03:

$$\text{Equação 03: } DE = PCU * DA$$

Em que: DE = densidade energética (Mcal.m⁻³); PCI = poder calorífico inferior(kcal.kg⁻¹) na umidade “u”; DA = densidade aparente (kg.m⁻³) na umidade “u”.

O rendimento gravimétrico foi definido como sendo o rendimento em madeira torrificada ao final do processo de torrefação, conforme equação 04.

$$\text{Equação 04: } RG: \frac{M_{\text{torr}}}{M_{\text{seca}}} * 100$$

Em que: RG = rendimento Gravimétrico (%), M torr = massa em material torrificado (kg) e M seca = massa de madeira seca a 0% de umidade (kg).

Considerou-se um arranjo fatorial de 2x2, cujos fatores foram: umidades – 0 e 12% e métodos de transformação: com e sem acústica. Os resultados dos ensaios foram submetidos a análise de variância (ANOVA) para verificação dos efeitos significativos a 5% de probabilidade de erro. As médias dos tratamentos foram comparadas, pelo teste Tukey.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos através das análises realizadas com as amostras torrificadas permitiram avaliar o efeito da acústica e da umidade. Para parâmetros de análise imediata não houve interação significativa entre os fatores, isoladamente o fator umidade apresentou diferença significativa para todos os parâmetros.

Conforme a Tabela 1, o tratamento a 12% de umidade apresentou os maiores valores de carbono fixo (30,57%) e cinzas (0,19) implicando em menor valor de materiais voláteis. As cinzas, representa os constituintes inorgânicos que não participam do processo de combustão da biomassa (Brand, 2010) onde baixos teores de cinzas diminuem as influências negativas sobre o poder calorífico (PINCELLI, 2011). Já o carbono fixo tem uma relação direta com o poder calorífico, o qual em maiores quantidades resulta na queima mais lenta e melhora energeticamente a biomassa (Oliveira et al., 2010). Chen et al. (2016) observou maiores teores de cinzas em *Pinus sp.* torrificada a 250 °C, e a 280 °C observaram teor de material volátil de 72,43% e carbono fixo de 29,26%, próximo aos valores encontrados no tratamento a 12% de umidade. A presença de umidade na madeira favorece a formação de compostos devido a desaceleração do processo de degradação (CANAL et al, 2016), a qual retarda a degradação da celulose (FIGUEROA; MORAES, 2009), e como visto favoreceu o aumento do teor de carbono fixo, o qual é composto principalmente por carbono, mas possui outros elementos como oxigênio, hidrogênio, nitrogênio e enxofre (Oliveira et

al., 2010).

Umidade	Material Volátil (%)	Carbono Fixo (%)	Cinzas (%)
0%	73,9 a	25,94 b	0,15 b
12%	69,24 b	30,57 a	0,19 a

Tabela 1. Comparação entre médias dos teores de carbono fixo e material volátil e cinzas de madeira torrificada de *Pinus elliottii*.

Obs: Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

As características físicas (tensão máxima, rendimento gravimétrico e a perda de massa) não apresentaram interação significativa entre os fatores, havendo diferença significativa apenas para a umidade, quando analisada isoladamente.

A tensão máxima e o rendimento gravimétrico foram maiores para o tratamento a 0% de umidade, o que pode ser explicado pela menor perda de massa, conforme Tabela 2. Corroborando com esse estudo, Péres et al. (2015) encontraram rendimento gravimétrico de 84% para *Pinus radiata* torrificado a 250°C e Melkior et al. (2017) trabalhando com madeira do gênero *Pinus* torrificado a 245°C e 270 °C obtiveram 11,4% e 20,9% em perda de massa, respectivamente. Sendo observado que nesse estudo o aumento de perda de massa foi devido a presença de umidade, a qual pode reduzir o rendimento gravimétrico (MEDIC et al, 2012). Devido o tratamento térmico, a madeira apresenta adsorção e desorção de água com o meio reduzida, assim o baixo conteúdo de umidade torna-a mais resistente a esforços mecânicos, compensando os efeitos oriundos da perda de massa (Boonstra et al., 2007).

Variáveis		Perda de massa (%)	Rendimento Gravimétrico (%)	Tensão Máxima (kgf/cm ³)
Umidade	0%	14,45 b	86,55 a	481,17 a
	12%	27,36 a	72,63 b	395,96 b

Tabela 2. Comparação entre médias das propriedades de perda massa e rendimento gravimétrico e Tensão Máxima de material torreficado de *Pinus elliottii*.

Obs: Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

A densidade aparente e a densidade energética da madeira não apresentaram interação significativa entre os fatores umidade e acústica. Isoladamente a umidade teve influência significativa nos dois parâmetros, enquanto a acústica apenas na

densidade aparente. Com inclusão da madeira não torrificada (Tabela 3), a densidade aparente apresentou-se significativamente maior para esta, com valor de 530,2 kg.m⁻³ em relação à madeira tratada sem acústica (461,1 kg.m⁻³) e com acústica (463,6 kg.m⁻³) que não foram significativamente diferentes. Observa-se que houve diminuição da densidade causada pela degradação térmica de seus constituintes químicos, principalmente as hemiceluloses.

Quanto à influência da umidade, no tratamento a 0% de umidade a madeira torrificada apresentou maior densidade aparente (508,3 kg.m⁻³) e maior densidade energética, a qual é em função da redução da umidade de equilíbrio higroscópico (MAGALHÃES et al, 2018). A densidade aparente influencia diretamente a densidade energética, sendo essa menos influenciada pelo poder calorífico (VALE et al, 2017). Corroborando com esse estudo, Almeida & Dias (2016) observou valores de 480 e 540 kg/m⁻³ para densidade aparente da madeira *in natura* de *Pinus elliottii* e *Pinus oocarpa*, respectivamente. Järvinen& Agar (2014) em pellets de pinus torreficados a 255 °C encontraram densidade aparente e energética de 633,8 kg.m⁻³ e 3.010 Mcal.kg⁻¹, superiores as encontradas neste estudo por serem materiais densificados. A densificação proporciona aumento de densidade aparente e energética (Silva et al., 2015).

Variáveis		Densidade aparente (kg/m ³)	Densidade energética (Mcal/kg)
Acústica	In natura	530,2 a	2220,8 a
	Sem	461,1 b	2283,0 a
	Com	463,6 b	2286,2 a
Umidade	0%	508,3 a	2407,2 a
	12%	461,67 b	2119,4 b

Tabela 3. Comparação entre médias das propriedades de Densidade aparente e energética de material torreficado de *Pinus elliottii*.

Obs: Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

4 | CONCLUSÕES

Conforme os resultados demonstraram, a análise de variância indica que a madeira torrificada de *Pinus elliottii* não sofreu influência do uso acústico, mas que a umidade da madeira durante o processo de torrefação gerou aumento do teor de carbono fixo, diminuição do teor de materiais voláteis e diminuição da resistência mecânica.

REFERÊNCIAS

- American Society For Testing And Materials. ASTM D-143:2000. **Standard Methods Testing: Small Clear Specimens of Timber**. USA. 2000. 57 p.
- Associação Brasileira De Normas Técnicas – ABNT. NBR 8112/86. **Carvão vegetal – Análise imediata**. São Paulo, SP, Brasil: Associação brasileira de normas técnicas. 1986.
- Associação Brasileira De Normas Técnicas – ABNT. NBR 8633/84. **Carvão vegetal - Determinação do poder calorífico**. São Paulo, SP, Brasil: Associação brasileira de normas técnicas. 1984.
- Associação Brasileira De Normas Técnicas – ABNT. NBR 9165/85. **Carvão vegetal - Determinação da densidade relativa aparente, relativa verdadeira e porosidade**. São Paulo, SP, Brasil: Associação brasileira de normas técnicas. 1985.
- BENNETT, G., MAHON, J., MURRAY, D., PERSOONS, T., & DAVIS, I. (2009). **Heat Transfer Enhancement In Ducts Due To Acoustic Excitation**. Fluid Mechanics and Thermodynamics (ExHFT-7)
- BOONSTRA, M. J. et al. **Strength properties of thermally modified softwoods and its relation to polymeric structural wood constituents**. Annals of Forest Science, Les Ulis, v. 64, n. 7, p. 679-690, 2007.
- BRAND, M. A. **Energia de biomassa florestal**. Rio de Janeiro: Interciência, 2010. 131p.
- BRAND, M. A. **Fontes de biomassa para a geração de energia: notas de aula**. Uniplac e Udesc, 2008.
- CANAL, W. D.; CARVALHO, A. M. L.; CARNEIRO, A. DE. C. O.; VITAL, B. R.; PEREIRA, B. L. C.; DONATO, D. B. **Efeito do teor de umidade da madeira na emissão de gases de efeito estufa no processo de carbonização**. Scientia Forestalis. V.44, n.112, p. 831-840.2016.
- CHEN, W.-H.; PENG, J.; BI, X. T. **A state-of-the-art review of biomass torrefaction, densification and applications**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 44, p. 847–866, 2015.
- CHEN, Y.; CAO, W.; ATREYA, A. **An experimental study to investigate the effect of torrefaction temperature and time on pyrolysis of centimeter-scale pine wood particles**. Fuel Processing Technology, V.153, p. 74–80, 2016.
- FIGUEROA, M. J. M.; MORAES, P. D. **Comportamento da madeira a temperaturas elevadas**. Ambiente Construído, Porto alegre, v.9 n.4, p.157-174, outubro/ dezembro, 2009.
- JÄRVINEN, T.; AGAR, D. **Experimentally determined storage and handling properties of fuel pellets made from torrefied whole-tree pine chips, logging residues and beech stem wood**. Fuel, V.129 , P. 330–339.2014.
- LMEIDA, D. H. DE.; DIAS, A. A. **Comparação de métodos de ensaio para determinação da resistência da madeira ao embutimento na direção paralela às fibras**. Rev. Árvore, vol.40. 2016.
- MAGALHÃES, M. A. DE.; CARNEIRO, A. DE. C. O.; DA SILVA, C. M. S.; VITAL, B. R.; MARTINS, M. A.; CÂNDIDO, W. L. **Avaliação da torrefação da madeira em curtos tempos de residência em um reator tipo rosca sem fim**. Ciência da madeira, v. 9, p. 160-196, 2018.
- MEDIC, D.; DARR, M.; SHAH, A.; POTTER, B.; ZIMMERMAN, J. **Effects of torrefaction process parameters on biomass feedstock upgrading**. Fuel. p. 91 -147, 2012.
- MELKIOR, T.; BARTHOMEUF, C.; BARDET, M. **Inputs of solid-state NMR to evaluate and compare**

thermal reactivity of pine and beech woods under torrefaction conditions and modified atmosphere. Fuel, v.187 , p. 250–260,2017.

OLIVEIRA, A.C.; CARNEIRO, A.C.O.; VITAL, B.R.; ALMEIDA, W.; PEREIRA, B.L.C.; CARDOSO, M.T. **Parâmetros de qualidade da madeira e do carvão vegetal de *Eucalyptus pellita* F. Muell.** Scientia Forestalis. Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 431-439, set. 2010.

PÉREZ, A.L.E.; SEGURA, C.; ESPINOZA, D.; RADOVIC, L.R.; JIMENEZ, R. **Torrefaction of *Pinus radiata* and *Eucalyptus globulus*: A combined experimental and modeling approach to process synthesis.** Energy for Sustainable Development. N.29, p.13–23. 2015.

PINCELLI, A.L.P.S.M. **Características dos resíduos da colheita de madeira de eucalipto e pinus, submetidos, ao tratamento térmico, com foco na aplicação energética.** 2011. 126 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa: Recursos Florestais – Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura – Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2011.

RODRIGUES, T. O. & ROUSSET, P. L. **Effects of torrefaction on energy properties of *Eucalyptus grandis* Wood.** Cerne, v. 15, n. 4, p. 446-452, 2009.

Silva, D.A.; Yamaji, F.M.; Barros, J.L.; Da RÓZ, A.L. & Nakashima, G.T. **Caracterização de biomassas para a briquetagem.** Revista Floresta, vol. 45, n. 4, p. 713-722, 2015.

SILVEIRA, E. A.; MORAIS, G. DE. M. V.; ROUSSET, P.; CALDEIRA, A. P; PÉTRISSANS, A ; GALVÃO, L. G. O. **Coupling of an acoustic emissions system to a laboratory torrefaction reactor.** Journal of analytical and applied pyrolysis, v. 129, p. 29-36, 2018.

VALE, A. T. DO.; MIGUEL, E. P.; MOREIRA, A. C. DE. O.; LIMA, C. M.; ORELLANA, B. B. M, A.; FORTES, M. M.; OLIVEIRA, M. P. O.; GONÇALEZ, J. C.; MARTINS, I. S . **Artificial neural networks in predicting energy density of *Bambusa vulgaris* in Brazil.** African Journal of Agricultural Research, v. 12, p. 856-862, 2017.

ZHOU D.W, LIU D.Y, X.G HU, C.F MA. **Effect of acoustic cavitation on boiling heat transfer.** Experimental Thermal and Fluid Science, v. 26, p. 931–938,2002.

FENAÇÃO DE RESÍDUOS CULTURAIS DE ABACAXI (ANANAS COMOSUS)

Fernando José de Sousa Borges

Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia do Tocantins- IFTO
Araguatins-Tocantins

Karla Agda Botelho Mota

Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia do Tocantins- IFTO
Araguatins-Tocantins

Danielly Pereira dos Santos

Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia do Tocantins- IFTO
Araguatins-Tocantins

Ana Cristina Gomes Figueiredo

Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia do Tocantins- IFTO
Araguatins-Tocantins

Izabel Pereira de Araújo

Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia do Tocantins- IFTO
Araguatins-Tocantins

João Carlos Santos de Andrade

Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia do Tocantins- IFTO
Araguatins-Tocantins

Poliana Mendes Avelino de Carvalho

Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia do Tocantins- IFTO
Araguatins-Tocantins

Tocantins, a exemplo dos demais Estados da região Norte do país, apresenta produtividade por animal inferior a mil litros/vaca/ano; a produtividade das fazendas em “litros/ha/ano” é ainda menor que a produtividade/vaca, e não chega a 400 litros/ha/ano (GOMES, 2004). Faz-se necessário, portanto, o desenvolvimento de tecnologias que efetivamente resultem em melhoria dos referidos índices. Objetivou-se avaliar o uso de subprodutos da cultura do abacaxi em forma de fenação, mensurando a porcentagem de matéria seca em virtude da desidratação do material influenciado pelos distintos tempos de exposição ao sol e diferentes tempos de armazenamento. O delineamento experimental foi em Delineamento inteiramente Casualizado (DIC) arranjado em fatorial 4 x 4 (quatro tempos de exposição ao sol X quatro tempos de armazenamento) totalizando 16 tratamentos com três repetições cada, totalizando 48 parcelas. Os resíduos culturais do abacaxizeiro exibem qualidades nutricionais satisfatórias, e apresentam-se como uma alimentação viável aos ruminantes, sendo a fenação uma alternativa para disposição desse material.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo cultural; Alimentos; Forragem

ABSTRACT: The dairy cattle in the State of Tocantins, such as the other States of

RESUMO: A bovinocultura leiteira no Estado do

the Northern region of the country, present productivity per animal less than one thousand liters/cow/year; The productivity of farms in "liters/ha/year" is even lower than productivity/cow, and does not reach 400 liters/ha/year (GOMES, 2004). It is necessary, therefore, the development of technologies that effectively result in the improvement of the aforementioned indices. The Objective of this study was to evaluate the use of by-products of pineapple crop in the form of phenation, measuring the percentage of dry matter due to the dehydration of the material influenced by the different sun exposure times and storage times. The experimental design was in a completely Randomized Design (CRD) arranged in a 4 x 4 factorial (four times of sun exposure X four storage times) totaling 16 treatments with three replications each, totaling 48 plots. The cultural residues of pineapple exhibit nut qualities

KEYWORDS: Cultural residue. Food. Fodder

1 | INTRODUÇÃO

Produções forrageiras em regiões de clima tropical, como o Brasil, possuem alto potencial, mesmo estando sujeitas a variações climáticas que podem influenciar negativamente em seu desenvolvimento, conseqüentemente, impactando animais que delas dependem. A sazonalidade da produção forrageira resulta em falta de alimento no período seco do ano, fazendo-se necessária a busca de meios para minimizar a conseqüente queda produtiva.

A principal atividade econômica da região norte do estado do Tocantins é a Agropecuária, em especial a bovinocultura, desenvolvida em pequenas, médias e grandes propriedades rurais, quase sempre em sistemas de produção de características extensivas, marcados pela baixa produtividade por área explorada.

A bovinocultura leiteira no Estado do Tocantins, a exemplo dos demais Estados da região Norte do país, apresenta produtividade por animal inferior a mil litros/vaca/ano; a produtividade das fazendas em "litros/ha/ano" é ainda menor que a produtividade/vaca, e não chega a 400 litros/ha/ano (GOMES, 2004). Faz-se necessário, portanto, o desenvolvimento de tecnologias que efetivamente resultem em melhoria dos referidos índices.

Alimentação é o custo que mais onera a produção pecuária, portanto o uso de alimentos alternativos se torna ferramenta cada vez mais empregada. Melhorar os índices produtivos do rebanho exige maior utilização de insumos alimentícios para cobrir os períodos críticos do ciclo anual de produção de forragens e melhorar a expressão do potencial genético dos animais.

Ruminantes destacam-se pela capacidade de aproveitamento de produtos resultantes de processamento agroindustrial e/ou resíduos agrícolas como fonte alimentar, sendo esta uma provável solução para o produtor que deseja manter ou aumentar sua produtividade. Pires et al. (2006), afirmaram que resíduos e subprodutos são geralmente alimentos de baixo valor nutritivo, com baixo teor de proteína, minerais;

e grande quantidade de fibra, porém, a redução dos custos e a disponibilidade em período de escassez de plantas forrageiras são fortes argumentos na escolha da utilização dos mesmos como volumosos.

Alternativas alimentares baseadas em conservação de forrageiras ou aproveitamento de resíduos culturais e/ou agroindustriais podem se mostrar como soluções para manutenção e/ou melhoria de índices produtivos, bem como para redução de emissão de rejeitos no meio ambiente, apresentando-se como potencial solução de duas problemáticas atuais.

O efetivo de ruminantes no Brasil é de aproximadamente 237,4 milhões de cabeças, destas, 209,5 milhões são de bovinos, 17,4 de ovinos; 9,3 de caprinos e 1,2 de bubalinos (IBGE, 2010). Alimentação e suplementação correspondem ao custo mais elevada da produção, sendo vantajoso, portanto, optar pela utilização de alimentos alternativos.

Alimentos alternativos da agroindústria, oriundos da lavoura de grãos, da fruticultura e de empresas processadoras de frutas para alimentação de ruminantes vêm sendo amplamente estudada sob vários aspectos como nutritivos, digestibilidade, parâmetros ruminais e a viabilidade econômica deste uso (OLIVEIRA et al., 2013).

O emprego de subprodutos na alimentação animal, especialmente na nutrição de ruminantes, resultará na redução de preço dos ingredientes convencionais. O produtor ao incluir estes subprodutos deve estar atento a sua disponibilidade, qualidade nutricional e o custo em relação aos alimentos tradicionais (OLIVEIRA et al, 2013).

A microrregião do bico do papagaio, mais precisamente município de Araguatins-TO, tem crescente produção de abacaxi, produzindo 600 mil frutos em 30 hectares de área plantada no ano de 2015 (IBGE, 2015). Elevação da produção de frutos tem como consequência um grande rendimento de palhada (restos culturais), apresentando teores nutricionais consideráveis para alimentação de ruminantes, apesar de ter poucos estudos relacionados sobre as formas aproveitamento pelo animal.

O abacaxizeiro constitui uma das frutíferas tropicais mais cultivadas no país e também uma das culturas mais exigentes. O caule é matéria-prima para a indústria de alimentos e para a obtenção de álcool etílico e gomas. O restante do abacaxizeiro pode ser usado na alimentação animal, como material fresco desidratado ou ensilado. (GRANADA et al., 2004).

De acordo com Moraes (2013), fenação é a forma mais antiga e de maior importância de conservar forragem, podendo ser produzida com equipamentos simples, manualmente ou com mecanização, em pequena ou grande escala, assegurando alimento volumoso, de boa qualidade aos animais na estação seca. O Processo consiste em uma sequência de operações com as quais se promove a remoção da umidade da forragem de valores próximos a 80% para 15 a 20%, permitindo o armazenamento do feno com segurança e baixos níveis de perdas (REIS et al, 1998).

Em experimento realizados por Pinto et al. (2005), a análise bromatológica do feno de restos culturais de abacaxi (plantas trituradas em máquina forrageira e expostas por

três dias ao sol), obtiveram os seguintes valores: 84,12% de matéria seca, 5,95% de proteína bruta, 2,54% de extrato etéreo, 61,06% fibra em detergente neutro, 30,15% de fibra em detergente ácido, 5,05% de matéria mineral, 25,24% de celulose e 2,10% de lignina, além de encontrar energia bruta de 4.193 kcal/kg de matéria seca.

Através do presente trabalho de pesquisa científica, objetivou-se avaliar o uso de subprodutos da cultura do abacaxi em forma de fenação, mensurando a porcentagem de matéria seca em virtude da desidratação do material influenciado pelos distintos tempos de exposição ao sol e diferentes tempos de armazenamento.

2 | METODOLOGIA

O experimento foi conduzido nas dependências do Instituto Federal do Tocantins Campus Araguatins, e o material utilizado foi coletado na chácara Boa Menina de um produtor Rural local.

O delineamento experimental foi em Delineamento inteiramente Casualizado (DIC) arranjado em fatorial 4 x 4 (quatro tempos de exposição ao sol X quatro tempos de armazenamento) totalizando 16 tratamentos com três repetições cada, totalizando 48 parcelas. Os métodos de fenação consistirão em: T1– 1 dia de exposição ao sol e 15 dias de armazenamento; T2- 1 dia de exposição ao sol e 30 dias de armazenamento; T3 – 1 dia de exposição ao sol e 45 dias de armazenamento; T4 – 1 dia de exposição ao sol e 60 dias de armazenamento; T5- 2 dias de exposição ao sol e 15 dias de armazenamento; T6 - 2 dias de exposição ao sol e 30 dias de armazenamento; T7- 2 dias de exposição ao sol e 45 dias de armazenamento; T8- 2 dias de exposição ao sol e 60 dias de armazenamento; T9- 3 dias de exposição ao sol e 15 dias de armazenamento; T10- 3 dias de exposição ao sol e 30 dias de armazenamento; T11- 3 dias de exposição ao sol e 45 dias de armazenamento; T12 - 3 dias de exposição ao sol e 60 dias de armazenamento; T13- 4 dias de exposição ao sol e 15 dias de armazenamento; T14- 4 dias de exposição ao sol e 30 dias de armazenamento; T15 - 4 dias de exposição ao sol e 45 dias de armazenamento; T16- 4 dias de exposição ao sol e 60 dias de armazenamento; As amostras foram coletadas ao final do tempo de armazenamento de cada tratamento.

Após retirada dos frutos, foram colhidas as plantas localizadas em fileiras centrais do cultivo do abacaxi, posteriormente trituradas por picadeira do tipo estacionária ajustada para tamanho de partículas aproximadamente de 40 mm. Cada parcela foi composta por massa picada com 5 kg de matéria fresca.

Diariamente, foram efetuados o revolvimento do material três vezes ao dia em todos os tratamentos, garantindo desidratação uniforme. Atingidos os dias estipulados de exposição ao sol de cada tratamento, os mesmos foram levados ao galpão coberto. Foram usadas cestas confeccionadas artesanalmente a partir de tela sombrite preto à 75%, com dimensões de 1m x 1m - 1m² (um metro quadrado) com linhas de fibras

de algodão costurados à bordas externas da tela sombrite, propiciando abertura/ fechamento do mesmo tornando-as uma cesta de feno artesanal para armazenar o material.

Para a avaliação da qualidade do feno, as amostras coletas foram levadas à estufa de ventilação forçada à temperatura de 65°C por 72 horas para determinação de matéria seca (MS) Depois de moídas, as amostras seguirão para estufa à 105°C por mais 12 horas, foram obtidos através de metodologia descrita por Van Soest et al. (1991). Médias foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de significância. Os testes estatísticos foram realizados com o auxílio do programa SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Houve diferença estatística entre os tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os indicadores dos resíduos em relação às formas de armazenamento estão dispostos na tabela 1. Os tratamentos com maiores tempos de armazenamento, T13, T14, T15 e T16 apresentaram maiores médias de matéria seca e melhores condições de cor, textura e odor, características essa, fundamentais para avaliação da qualidade do alimento. Esse fato se deve a maior retirada da umidade proporcionando melhores condições de armazenamento, não sendo propício ao desenvolvimento de fungos.

TRATAMENTOS	MS	
Trat1	30.45	cd
Trat2	29.77	cd
Trat3	29.36	cd
Trat4	25.48	d
Trat5	31.07	cd

Trat6	28.61 32.78	cd cd
Trat7		
Trat8		
Trat9		
Trat10	27.15 b	d 54.84
Trat11	43.37	b 43.56
Trat12	bc 43.91 90.14	bc a 93.20
Trat13	a a 88.65	88.16 a
Trat14		
Trat15		
Trat16		
CV (%)	10.96	

Tabela 1: Matéria seca dos resíduos do abacaxizeiro, dos diferentes tratamentos. Fonte: Própria

Na mesma coluna, médias seguidas por letras distintas, diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Os resíduos do tratamento 14 permaneceram com características físicas preservadas, podendo ser armazenado em uma faixa de tempo maior, 60 dias, não diferenciando estatisticamente dos tratamentos 13, 15 e 16. O teor de matéria seca é um parâmetro essencial no processo da fenação, pois está associado à ação de microrganismos prejudiciais à qualidade do material no qual está sendo desidratado.

Os demais tratamentos, apresentaram grande proliferação de fungos, o que causa deterioração das qualidades físicas e bromatológicas do alimento, não sendo adequado ao consumo pelos animais.

O tratamento 4, apresentou aspecto enegrecido, com presença de fungos na superfície, com um processo de deterioração precipitado nas condições locais.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resíduos culturais do abacaxizeiro exibem qualidades nutricionais satisfatórias, e apresentam-se como uma alimentação viável aos ruminantes, sendo a fenação uma alternativa para disposição desse material.

Os tratamentos com maiores tempos de exposição ao solo 13, 14, 15 e 16 apresentam dados satisfatórios quanto ao teor de matéria seca, integridade física e odor do alimento, podendo ser indicado para alimentação de bovinos leiteiros.

REFERÊNCIAS

AOAC. Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists. 18.ed. Gaithersburg, Maryland, 2007.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciênc. agrotec.* 2014, vol.38, n.2 p. 109-112 . Disponível em: 54. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>>. Acesso em: 16 de Maio de 2017.

GOMES, S. T. **Diagnóstico do arranjo produtivo do leite da região central do estado do Tocantins**. Palmas-TO: SEBRAE-TO, v. 1. 184p, 2004.

GRANADA, G. G. ZAMBAZI, R. C. MENDONÇA, C. R. B. **Abacaxi: produção, mercado e subprodutos**. B.CEPPA, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 405-422, jul./dez. 2004.

IBGE. Instituto Brasileiro de geografia e Estatísticas. Produção agrícola municipal - lavoura temporária – 2015. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/comparamun/compara.php?lang=&lista=-uf&coduf=17&idtema=158&codv=V03>> Acesso em: 09 de maio de 2017. IBGE. Instituto Brasileiro De Geografia E Estatísticas. Sobre efetivo dos rebanhos por tipo de rebanho - 2010. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&o=24&i=P&c=73>>. Acesso em: 05 de Maio de 2017.

INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), 2015. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>, acesso em: 14 de maio de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. [2010]. **Estatística sobre efetivo dos rebanhos por tipo de rebanho**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&o=24&i=P&c=73>>. Acesso em: 11 de Maio de 2017.

OLIVEIRA, R. L.; LEÃO, A. G.; ABREU, L. L. DE.; TEIXEIRA, S.; SILVA, T. M. **Alimentos Alternativos na Dieta de Ruminantes**. Rev. Cient. Prod. Anim., v.15, n.2, p.141-160, 2013. Disponível: <<http://www.ojs.ufpi.br/index.php/rcpa/article/viewFile/2168/1504>>. Acesso em: 12 de Maio de 2017.

PINTO, C. W. C.; SOUSA, W. H.; PIMENTA FILHO, E. C.; CUNHA, M. das G. G.; GONZAGA NETO, S. Desempenho de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes fontes de volumosos em confinamento. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 26, n. 2, p. 123-128, 2005.

PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; DUTRA, G. S.; Resíduos e subprodutos da agroindústria na alimentação de ruminantes no nordeste: tratamentos e utilização; In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 10., 2006, Petrolina. **Anais...** [Petrolina: Embrapa Semiárido], 2006.

REIS, R. A., RODRIGUES, L.R.A. **ADITIVOS PARA PRODUÇÃO DE FENOS**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. Anais...Botucatu: SBZ, p.109-152, 1998.

RUGGIERI, A. C.; REIS, R. A.; ROTH, A. P. de T. P. **Conservação da forragem de alfafa**. FCAV/UNESP. 2008.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; OLIVEIRA, J.B. de; COELHO, M.R.; LUMBREERAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, 2ª ed., EMBRAPA SOLOS, Rio de Janeiro – RJ, 2006.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, New York, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

FORTALECIMENTO DAS CADEIAS PRODUTIVAS DAS ESPÉCIES MAIS PROMISSORAS PARA A REGIÃO AMAZÔNICA

Luiz Antonio de Oliveira

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia,
Manaus, AM

Maricleide Maia Said

Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Distrito
Federal, Brasília, DF

RESUMO: A Amazônia sempre teve recursos humanos e financeiros aquém do desejável para alavancar as ações na área de C, T&I, capaz de acelerar a geração de tecnologias e bioprodutos que levem à sua independência financeira e de desenvolvimento. Esse desenvolvimento depende da forma como são administradas suas potencialidades, conciliando equilíbrio ecológico e uso sustentável dos recursos biológicos e minerais, de modo que reflita em melhoria substancial da qualidade de vida de sua população, crescimento econômico, modernização, avanço tecnológico e sua integração à economia nacional e mundial. O potencial de riquezas e as políticas de desenvolvimento regional não foram suficientes, até agora, para fomentar o desenvolvimento econômico pelo uso sustentável da biodiversidade existente na região. Isso ocorre porque a cadeia produtiva das espécies regionais exploradas comercialmente ainda é restrita, com processos gerenciais ineficientes, resultando em baixas produtividades, elevados

custos de produção, produtos com baixa qualidade e pouco ou nenhum valor agregado, além de dificuldades de escoamento para os centros consumidores. Para maior efetividade, parte dos poucos recursos destinados para a C,T&I da Amazônia deveria ser canalizada para a consolidação das cadeias produtivas das espécies mais promissoras (peixes, plantas, etc) com importância econômica já comprovada em todos os estados da Amazônia brasileira. Essa estratégia é importante principalmente no Estado do Amazonas, onde o desenvolvimento é sustentado pelo Polo Industrial de Manaus, que apesar de prorrogado, pode se inviabilizar em menos de 30 anos devido à globalização da economia, sendo necessário fortalecê-lo com bioindústrias que usem a biodiversidade regional.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento regional, Amazônia, Arranjos Produtivos Locais, biodiversidade.

ABSTRACT: The Amazon always had human and financial resources that are less than desirable to leverage actions in the area of C, T & I, capable of accelerating the generation of technologies and bio products that lead to its financial and development independence. This development depends on how its potentialities are managed, reconciling the ecological balance and sustainable use of biological and

mineral resources, so that it reflects in a substantial improvement in the quality of life of its population, economic growth, modernization, technological advancement and its integration into the national and global economy. The potential of riches and regional development policies have not been sufficient so far to foster economic development through the sustainable use of biodiversity in the region. This is because the productive chain of the commercially exploited regional species is still restricted, with inefficient management processes, resulting in low productivity, high production costs, low quality products and little or no added value, as well as difficulties to reach the consumer centers. To be more effective, part of the few resources destined for C, T & I of the Amazon should be channeled to the consolidation of productive chains of the most promising species (fish, plants, etc.) with economic importance already proven in all Brazilian Amazon states. This strategy is especially important in the State of Amazonas, where development is supported by the Industrial Pole of Manaus, which, although extended, may become unfeasible in less than 30 years due to the globalization of the economy, been necessary to include into it, bio-industries that use the regional biodiversity.

KEYWORDS: Regional development, Amazon, Local Productive Arrangements, biodiversity.

1 | INTRODUÇÃO

A Amazônia possui o maior ecossistema de florestas tropicais do planeta e é reconhecida como um dos componentes centrais para o desenvolvimento das próximas gerações e o equilíbrio do ambiente global. Contudo, ainda não é possível visualizar seus benefícios futuros e estimar sua aplicabilidade no âmbito socioeconômico, visto que ainda é pequena a parcela de componentes da biodiversidade que são conhecidos e identificados pela ciência, o que remete à necessidade de trato cauteloso dos diversos elementos que a compõem.

As recentes mudanças na economia e sociedade global, sobretudo aquelas relacionadas à temática ambiental, no esforço de garantir a sustentabilidade dos recursos naturais e a manutenção dos ecossistemas amazônicos, resultaram em perdas de competitividade do extrativismo e da agricultura tradicional regional, em especial na forma como são praticados, delineados; mais como elementos de subsistência do que como fator de desenvolvimento e de equilíbrio econômico, especialmente nos locais mais distantes dos grandes centros urbanos e também, na indústria e no comércio da Zona Franca de Manaus.

Afirmativo é que, o desenvolvimento da Amazônia depende da forma como são administradas suas potencialidades, conciliando equilíbrio ecológico e uso sustentável dos recursos, de modo que isto reflita em melhoria substancial da qualidade de vida de sua população, crescimento econômico, modernização, avanço tecnológico e sua integração à economia nacional e mundial (CAVALCANTI, 2003).

O potencial de riquezas e as políticas de desenvolvimento regional não foram suficientes para fomentar o desenvolvimento econômico regional pelo uso sustentável dos recursos da biodiversidade existente na região. Isso ocorre porque a cadeia produtiva das espécies regionais exploradas comercialmente ainda é restrita, com processos gerenciais ineficientes, resultando em baixas produtividades, elevados custos de produção, produtos com baixa qualidade e pouco ou nenhum valor agregado. Estes fatores impedem a competitividade do produto e atribuem pouco benefício aos agentes do processo produtivo.

2 | SITUAÇÃO ATUAL

A Amazônia possui uma das maiores biodiversidades do planeta e ainda é pouco conhecida, quer pelos recursos financeiros destinados à Ciência, Tecnologia e Inovação serem historicamente aquém das necessidades regionais, como também, pelo número limitado de pesquisadores/professores que atua na região, abaixo de 8000 segundo o banco de dados do CNPq em 2016 (Tabela 1).

Região	Total	Doutorado	Mestrado	Especialização	Graduação	Não Inform.
Centro-Oeste	18943	12690	4516	831	600	221
Nordeste	45321	27524	12671	2676	1559	706
Norte	15826	7713	5431	1571	716	317
Sudeste	90742	67514	16107	2921	2783	1106
Sul	46457	31318	11608	1832	1080	472

Tabela 1. Distribuição dos pesquisadores por titulação máxima segundo a região geográfica onde o grupo se localiza, 2016.

Fonte: CNPq (<http://lattes.cnpq.br/web/dgp/por-titulacao-e-regiao>), acessado em 02/05/2017.

Observa-se que o número de pesquisadores na Amazônia é baixo para uma região que representa mais da metade do território nacional e apresenta uma biodiversidade elevada e pouco conhecida. Chama atenção, o número de doutores, devendo-se levar em consideração, que boa parte dos mesmos atua na área administrativa, como reitores, diretores, chefias, etc, com pouca ou nenhuma disponibilidade para a pesquisa propriamente dita.

Além disso, nunca houve um direcionamento governamental priorizando a formação e contratação de profissionais tendo como base, esse banco de dados e as necessidades de desenvolvimento regional pautado, por exemplo, nas peculiaridades regionais.

Apenas como exemplo, há na região, mais de uma centena de espécies frutíferas de reconhecido valor econômico (CAVALCANTE, 1974; CLAY et al., 2000), mas apenas cerca de uma dúzia delas é mais intensamente pesquisada,

apresentando conhecimentos mais consolidados. Isso se deve ao fato de que poucos são os profissionais atuando com frutíferas na Amazônia, apesar da sua importância econômica e social. O camu-camu (nome peruano) ou caçari (nome brasileiro) (*Myrciaria dubia*), por exemplo, apesar de conter 3-6% de vitamina C, o dobro da acerola e a espécie vegetal que contém os maiores teores dessa vitamina do mundo, é pouco conhecida na região, mesmo sendo originária da Amazônia. É mais conhecida como camu-camu, o nome peruano, porque naquele país ela é muito mais conhecida e explorada comercialmente, o que não acontece no Brasil. São ainda muito poucos os trabalhos com essa espécie na Região Norte, principalmente quanto aos tratamentos culturais, adubação, densidade de plantas por ha, produtividade, etc.

A concentração do conhecimento e uso de poucas espécies é uma característica regional, mas não ocorre apenas na Amazônia. É generalizada para todo o planeta, com poucas espécies sendo utilizadas pelo ser humano para o seu consumo.

Cerca de 80.000 plantas de um total de 350.000 são comestíveis, mas apenas umas 150 são ativamente cultivadas, sendo 30 delas responsáveis por 95 % das calorias e proteínas consumidas pelos seres humanos (FÜLEKY, 2009, Figura 1). Segundo Füleky (2009), aproximadamente metade do consumo vem de apenas quatro espécies de plantas: arroz (*Oryza sativa*), milho (*Zea mays*), trigo (*Triticum ssp*) e batata (*Solanum tuberosum*), cultivadas como monocultivos, com extensas áreas plantadas apenas com uma espécie.

Essa produção agrícola, fortemente concentrada em monocultivos e uso de poucas espécies, possui pacotes tecnológicos definidos há muito tempo e a exploração é feita por indústrias com forte capital e muito subsídio governamental. Geralmente, são as mesmas empresas que detêm a tecnologia e o monopólio sobre as sementes e os defensivos agrícolas.

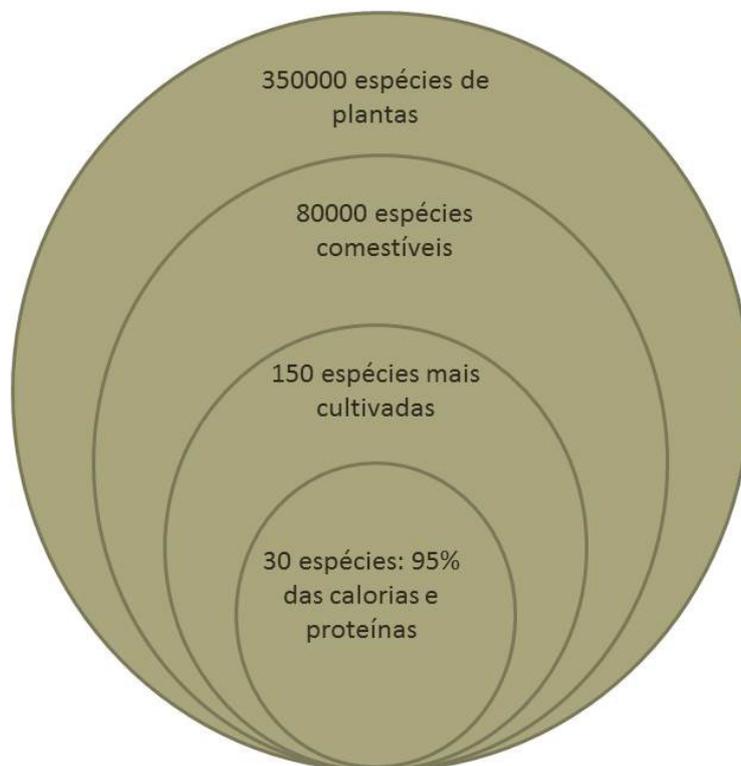


Figura 1. Diversidade de plantas total e usadas pelo ser humano. Adaptado de Füleky (2009)

Para que esse modelo pautado no cultivo com poucas espécies se mantenha no agronegócio mundial, há um forte subsídio à agricultura, que entre 1995-2012 foi de aproximadamente US\$ 254 bilhões, principalmente para manter a sustentabilidade de um sistema fragilizado pelo ataque de pragas e doenças e necessidades elevadas de adubação.

Em vista disso, é necessário investir em modelos de produção de alimentos e tecnologias que estimulem um aumento de espécies na dieta diária dos seres humanos, sendo considerado nos dias atuais, um fator de qualidade de vida, saúde e segurança alimentar.

A agricultura orgânica, combinada com o uso de espécies denominadas Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs), estão se consolidando como alternativas a esse modelo, mas são necessários mais estudos e investimentos governamentais e privados para que possam dar uma contribuição mais efetiva para a alimentação do planeta.

O monocultivo traz a vantagem de ser muito competitivo, capaz de produzir muito alimento e custos financeiros geralmente subsidiados pelos governos de diversos países e impor uma autêntica revolução verde no mundo; por outro lado, ele tem a desvantagem de acarretar um alto custo à sociedade e ao meio ambiente, por causa dos danos ocasionados pelos agrotóxicos e redução da biodiversidade nas áreas exploradas. Também são responsáveis pela maioria da obesidade das pessoas, tendo em vista o consumo elevado de carboidratos contidos nas espécies mais consumidas.

Sistemas Agroflorestais (SAFs) contendo muitas espécies de importância econômica imitando as florestas e, os plantios na forma de “mosaicos”, onde as espécies são cultivadas como monocultivos em áreas pequenas de fácil manejo contra as pragas e doenças, são alternativas viáveis, mas pouco estudados, principalmente na Região Amazônica.

A Figura 2 ilustra o caso de uma propriedade rural contendo cinco espécies vegetais de importância econômica cultivadas na forma de “mosaicos”. O tamanho de cada área cultivada deve levar em conta a ocorrência de pragas e doenças, bem como sua importância econômica. Quanto maior a susceptibilidade a pragas e doenças, menor deve ser a área cultivada com a espécie em questão.

Caso seja muito importante economicamente, pequenos mosaicos com a mesma espécie podem ser cultivados na propriedade. No exemplo ilustrado (Fig. 2), parte da área cultivada com a cultura A pode ser usada com as culturas D ou E se essas forem economicamente mais importantes do que a cultura A, mas sejam muito propensas ao ataque por pragas e/ou doenças. Agindo assim, o produtor rural não precisa usar muitos defensivos agrícolas, minimizando os custos de produção e colocando no mercado, produtos mais saudáveis com pouco uso ou isentos de agrotóxicos.

Infelizmente, não há pesquisas consistentes com esse modelo de cultivo e capazes de definir a maior área que pode ser cultivada com cada espécie vegetal em cada região, município ou estado e na qual as pragas e doenças não causam estragos econômicos sem o uso ou pouco uso de defensivos agrícolas. É muito conhecida e utilizada a rotação de culturas nas áreas agrícolas, visando reduzir ou controlar pragas e doenças, mas cultivos na forma de mosaicos com essa finalidade são muito pouco estudados e explorados.

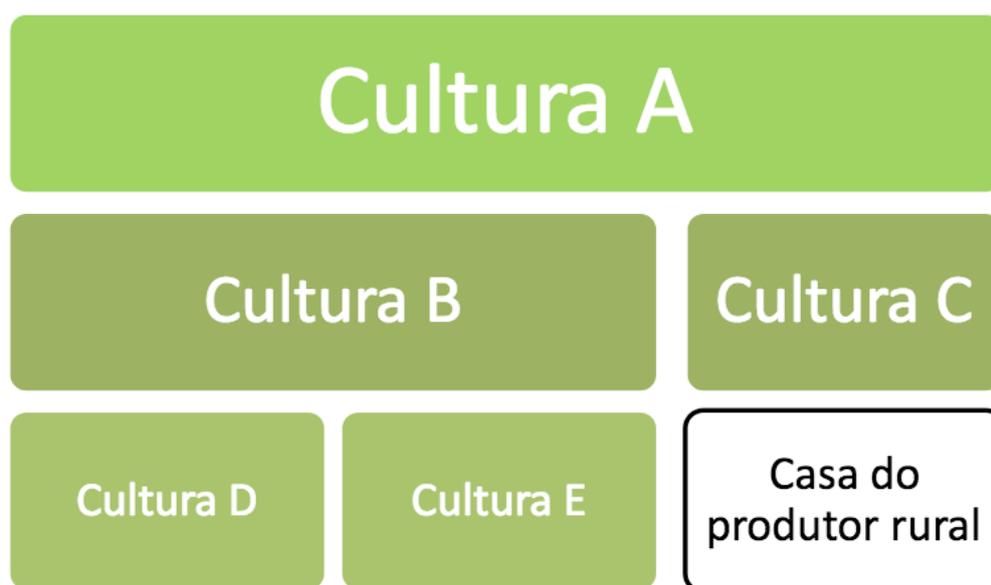


Figura 2. Cultivo de cinco espécies vegetais na forma de “mosaicos” em uma propriedade rural

Diversas espécies amazônicas com potencial uso econômico identificado ainda são pouco conhecidas e estudadas. Na área de fármacos e higiene, por exemplo, uma

espécie com elevado potencial econômico e social é a laranjinha (*Guatteria citriodora*), capaz de eliminar o *Streptococcus mutans*, a principal bactéria causadora das cáries dentárias (CORRÊA, 2007). Apesar de sua importância, desconhece-se quase tudo sobre essa espécie, como regiões de ocorrência, densidade de plantas na floresta, pragas, doenças, partes da planta com as maiores concentrações dos princípios ativos, etc, tendo em vista que não é ainda, uma espécie cultivada pelo homem.

Das espécies madeireiras, poucas são plantadas para atender o mercado regional, nacional e internacional, com o mogno-brasileiro (*Swietenia macrophylla*) sendo uma das poucas com plantios consolidados na Amazônia, mas que mesmo assim, corre perigo de extinção. Apesar de extremamente explorada, a acariquara (*Minquartia guianensis*) é apenas retirada da floresta sem reposição de mudas, fazendo com que tenha desaparecido das matas próximas aos centros urbanos mais populosos da região.

Exemplos como esses são inúmeros, mostrando a falta de planejamento para que profissionais sejam treinados e contratados visando preencher essas lacunas de conhecimento, para que espécies valiosas sejam melhor conhecidas e exploradas, gerando empregos e desenvolvimento regional. Sem esses profissionais bem preparados e em quantidade adequada, as espécies amazônicas tendem a desaparecer devido aos desmatamentos e ao uso inadequado. Ou então, por falta de conhecimento da população regional, como no caso do patauá (*Oenocarpus bataua*), cujo óleo é semelhante ao azeite de oliva e que poderia ser explorado comercialmente. Por não ser do conhecimento do mercado e das populações locais, essa espécie acaba sendo mais uma vítima dos desmatamentos indiscriminados na Amazônia, sendo substituída nas propriedades rurais, por outras culturas mais conhecidas.

Poucas foram as iniciativas governamentais visando um ordenamento de desenvolvimento pautado nas particularidades locais e regionais, podendo-se citar entre elas, o Zoneamento Ecológico e Econômico. Mesmo esse zoneamento, criado pelo Governo Federal no final da década de 1980 (1989, ainda no governo Sarney), nunca foi consolidado e nem atualizado ao longo do tempo, uma necessidade que deveria ser prevista tendo em vista que nada é estático e, mudanças locais e regionais ocorrem ao longo dos anos. Devido a isso, esse zoneamento deveria passar por uma análise a cada 5-10 anos, mas há regiões da Amazônia que nem tiveram uma primeira versão do mesmo.

Na Amazônia, não se pode pensar em desenvolvimento racional sem que se leve em conta a conservação e uso da biodiversidade regional. Isso significa considerar o meio ambiente fortemente nas políticas públicas voltadas para o desenvolvimento econômico. E nesse caso, segundo Cavalcanti (2003), o que se pede, quanto à integração de desenvolvimento e meio ambiente e à gestão dos recursos naturais, é que se explicita uma fundamentação consistente e ofereça um norte para que as políticas públicas assumam, pouco a pouco, uma responsabilidade efetiva quanto ao critério da sustentabilidade do processo e, que esse critério deixe de ser mero

apêndice de uma retórica que oculta o viés pró-desenvolvimento a todo custo de sempre. Necessita-se, na verdade, segundo esse autor, de um novo paradigma de desenvolvimento, com todas as implicações que disso decorrem, como a formação de técnicos que compreendam as rigorosas interrelações entre homem, sociedade, economia e natureza e saibam com elas trabalhar.

O uso da biodiversidade amazônica como suporte de desenvolvimento racional na região ainda é incipiente, pautado em sua maioria das vezes, no estrativismo florestal. Por incrível que pareça, o grande gargalo para o uso dessa biodiversidade como matéria prima para a instalação e consolidação de biondústrias na Região Norte é não tê-la em quantidade e qualidade desejáveis para dar suporte a polos de desenvolvimentos tendo como suporte, as bioindústrias. Essa falta de matéria prima ocorre até com espécies comumente cultivadas, como o cupuaçu, seringueira e guaraná. Para reverter isso, é necessário avançar no conhecimento da cadeia produtiva de cada espécie, procurando eliminar ou minimizar os gargalos que dificultam ou impedem a exploração econômica em uma escala que facilite a autosustentação, produzindo excedentes para a exportação, inclusive para outros países, trazendo divisas para a região e país.

Uma situação especialmente particular ocorre no Estado do Amazonas, onde foi criado o Polo Industrial em sua capital, Manaus (PIM). Segundo dados da Superintendência da Zona Franca de Manaus (Suframa), existem cerca de 600 empresas com projetos aprovados no PIM. A política tributária da ZFM é diferenciada do restante do país. As indústrias beneficiadas pela Zona Franca de Manaus recebem diversos incentivos fiscais para comércio, exportação e importação de produtos. Elas têm redução de até 88% no Imposto de Importação sobre insumos, corte de 75% no Imposto de Renda de Pessoa Jurídica e ainda são isentas do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), da contribuição para o PIS-Pasep e da Cofins. Quanto aos tributos estaduais, as empresas recebem a restituição total ou parcial de tudo o que desembolsam com o Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS). O investidor da Zona Franca também recebe vantagens na hora de comprar ou alugar um terreno no local (SEVERIANO e TAPAJÓS, 2017).

Apesar de ter sido prorrogada por mais 50 anos, o que ocorreu no dia 5 de agosto de 2014, quando o Congresso Nacional promulgou a Emenda Constitucional 83/2014, que prorroga os incentivos fiscais especiais do projeto Zona Franca de Manaus (ZFM) até o ano de 2073, o modelo pode desaparecer antes desse prazo, talvez em menos de 30 anos, tendo em vista as mudanças da economia globalizada.

Infelizmente, nesses 50 anos de modelo bem sucedido na região, não houve um direcionamento para que bioindústrias fizessem parte de parque tecnológico do PIM. O Pólo Industrial de Manaus é um dos mais modernos da América Latina, reunindo indústrias de ponta das áreas de eletroeletrônica, veículos de duas rodas, produtos ópticos, produtos de informática, indústria química, dentre outros (SUFRAMA, 2017), que não usam a biodiversidade regional como matéria prima. As poucas bioindústrias que ocorrem no modelo são de cosméticos e higiene, geralmente de pequeno porte,

mas que mesmo assim, têm dificuldades de encontrar matéria prima em quantidade e qualidade desejáveis para atender as demandas do mercado.

Para que o modelo do Polo Industrial de Manaus se mantenha consolidado e fique menos vulnerável às mudanças da economia global, seria importante fortalecê-lo com bioindústrias de médio e grande porte, capazes de atenderem o mercado nacional e internacional.

3 | SITUAÇÃO DESEJÁVEL

Urge portanto, que esse modelo seja revisto, priorizando-se e estimulando-se a implantação de indústrias que utilizem a biodiversidade regional como matéria prima em escala globalizada, sem que com isso, ignore os efeitos ambientais dessa exploração, criando-se polos regionais de bioindústrias autossustentáveis, usando prioritariamente as áreas já desmatadas na Amazônia.

A área total desmatada na Amazônia, de acordo com um levantamento feito pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016, citado por TERRA, 2017), indica que a maior região florestal do planeta tem um total de 754.840 quilômetros quadrados desmatados, representando 15% da sua área total. Essa área é semelhante à cultivada com culturas anuais e permanentes no país (IBGE, 2017), sendo, portanto, suficiente para desencadear um processo de produção de matéria prima capaz de suprir polos de desenvolvimento na Amazônia pautados em bioindústrias que usem espécies vegetais de importância econômica.

Para isso, é importante que haja um planejamento global do governo brasileiro, investindo em treinamento e contratação de pesquisadores e professores altamente qualificados, bem como financiamentos de pesquisas para que, com base em banco de dados, consolidem as cadeias produtivas das espécies biológicas mais promissoras da Amazônia, detectando e solucionando, ou pelo menos minimizando, os gargalos que dificultam ou impedem o seu uso econômico e sustentável na região.

De acordo com Castro *et al.* (1998), a cadeia produtiva é o conjunto de componentes interativos, incluindo os sistemas produtivos, fornecedores de insumos e serviços, indústrias de processamento e transformação, agentes de distribuição e comercialização, além de consumidores finais. Os sistemas produtivos se caracterizam como um subsistema da cadeia produtiva reunindo um conjunto de fatores interativos que objetivam a produção. Dessa forma, pode-se ampliar a definição de sistema produtivo como sendo um conjunto de conhecimentos e tecnologias, aplicado a uma determinada população, em determinado ambiente, de utilidade para o mercado consumidor, buscando atingir os objetivos desejados.

A figura 2 ilustra uma típica cadeia produtiva agrícola com seus principais componentes e fluxos (CASTRO *et al.*, 1995). Entre os componentes mais comuns estão os indivíduos fornecedores de insumos, as propriedades agrícolas, com seus diversos sistemas produtivos, agropecuários ou agroflorestais, as indústrias de

processamento e/ou transformação do produto, o comércio atacadista, o comércio varejista e os consumidores finais que influenciam os demais componentes da cadeia. Estes componentes se relacionam com o ambiente institucional, refletido nas leis e normas que regulam o setor e as instituições e o ambiente organizacional, representado pelas instituições governamentais, financeiras.

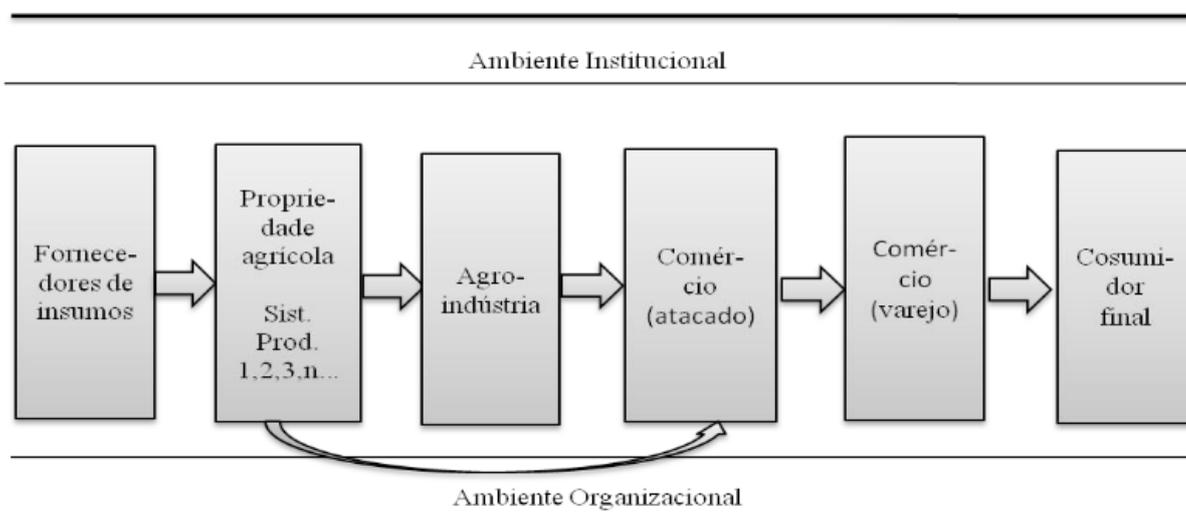


Figura 2: Modelo geral de cadeia produtiva. Fonte: Castro et al. (1995), adaptado de Zylbersztajn (1994) (SAID, 2015).

Esse modelo está bastante simplificado, mas dá uma ideia de como devem ser as pesquisas na região em busca de um modelo de desenvolvimento que se mantém sustentável ao longo do tempo sem que haja as preocupações que ocorrem com o PIM, toda vez que a conjuntura nacional e internacional mudam.

Se os planejamentos de gestão na área da Ciência e Tecnologia tivessem pautados no conhecimento das particularidades locais e regionais, teríamos um corpo de profissionais consolidado em todos os Estados da Região Norte para atender às demandas que levassem, de fato, a um desenvolvimento racional (mais inteligente do que o sustentável) com o uso da biodiversidade regional e teríamos não só cadeias produtivas consolidadas de diversas espécies, como também, APLs (Arranjos Produtivos Locais) eficazes.

Com o agravamento da crise econômica pela qual o Brasil está passando e a falta de recursos financeiros destinados à Ciência, Tecnologia e Inovação, é preciso que os investimentos sejam canalizados para as espécies biológicas mais promissoras da Amazônia, buscando a consolidação e fortalecimento das suas cadeias produtivas. Assim, com menos tempo e recursos financeiros, mais espécies estariam prontas para serem usadas de forma econômica e sustentável, como matéria prima em bioindústrias, gerando mais empregos e divisas para as populações da Amazônia.

Alguns exemplos podem ser citados, como a cadeia produtiva do babaçu e a de peixes criados em cativeiro (piscicultura) no Estado do Amazonas. O babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.) é uma palmeira de ocorrência espontânea em grande parte da Região Norte brasileira. Apesar de ter uma importância econômica reconhecida, gerando

emprego para milhares de pessoas no Maranhão, no Amazonas ela é pouco explorada, com seus frutos apodrecendo nas matas. No município de Barreirinha, Amazonas, um levantamento realizado no primeiro semestre de 2014 por integrantes do nosso grupo de pesquisas indicou uma densidade média de 308 árvores produtivas de babaçu ocorrendo espontaneamente por hectare de floresta, com uma produção média de 2,2 toneladas de frutos por hectare. Raramente esses frutos são aproveitados pelos comunitários rurais da Amazônia. Tem um histórico de uso econômico no Maranhão, mas às custas de um trabalho quase desumano para as mulheres “quebradeiras” de cocos que usam ferramentas rudimentares. Mais recentemente foi idealizada uma mini usina capaz de separar todos os componentes principais do fruto dessa palmeira, eliminando o trabalho árduo das mulheres e viabilizando economicamente e socialmente o seu uso. A instalação de uma dessas mini usinas em Barreirinha poderia mudar o panorama atual, envolvendo, finalmente, essa palmeira no processo de geração de renda e de empregos em uma região carente de alternativas que levem à sustentabilidade do interior do Amazonas.

Além disso, sua cadeia produtiva poderia ser fortalecida com o uso do mesocarpo do seu fruto para a produção de álcool. Apesar de haver estudos acadêmicos com espécies desse gênero visando o aproveitamento do fruto para a produção de etanol (PAVLAK et al., 2007), seu uso restringe-se ao óleo e amêndoas, bem como na transformação do mesmo em carvão vegetal.

O que pode mudar essa situação de uso restrito e regionalizado do babaçu é o aproveitamento econômico do seu mesocarpo na produção de álcool combustível e/ou ração animal. Esse nicho de mercado (álcool) procura novas alternativas à cana-de-açúcar e já está bastante consolidado no País. Se empresários desse setor econômico se interessarem na exploração do babaçu para a produção de álcool, sua valorização econômica aumenta e cria-se assim, uma cadeia produtiva mais consolidada que justifique seu aproveitamento industrial, abrindo novas fronteiras de trabalho onde há ociosidade de mão-de-obra, nas populações interioranas da Amazônia brasileira. Por não ser utilizada na Amazônia e pelo alto teor de amido no mesocarpo do fruto, é uma cultura que pode agregar valor à biodiversidade amazônica não só na produção de um produto altamente estratégico para a região (álcool combustível), como também, na fabricação de ração animal, principalmente peixes como o tambaqui.

O Amazonas é o segundo maior produtor de tambaquis do mundo, mas apesar disso, importa esse peixe de Roraima e Rondônia devido ao alto preço da ração, responsável por cerca de 58% dos custos de sua produção, encarecendo o produto final (SUFRAMA, 2003; IZEL e MELO, 2004).

O mesocarpo do babaçu, que constitui cerca de 20% do peso do fruto, apresenta uma composição rica em amido, cerca de 50% a 68,3% (MELO, 2007; BARROS, 2011; CRUZ, 2011), podendo servir de matéria prima para a produção de uma ração estadual mais barata, ou então, em álcool após a sua degradação por microrganismos produtores de amilases (OLIVEIRA et al., 2006 a, b, 2007), aumentando consideravelmente seu

valor agregado.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O potencial de riquezas e as políticas de desenvolvimento da Amazônia não foram suficientes, até agora, para fomentar o desenvolvimento econômico pelo uso sustentável dos recursos da biodiversidade existente na região. Isso ocorre porque a cadeia produtiva das espécies regionais exploradas comercialmente ainda é restrita, com processos gerenciais ineficientes, resultando em baixas produtividades, elevados custos de produção, produtos com baixa qualidade e pouco ou nenhum valor agregado, além de dificuldades de escoamento para os centros consumidores. Para maior efetividade, parte dos poucos recursos destinados para a C,T&I da Amazônia deveria ser canalizada para a consolidação das cadeias produtivas das espécies mais promissoras (peixes, plantas, etc) com importância econômica já comprovada. Um levantamento em cada um dos Estados da Região Norte brasileira poderia indicar quais são as espécies mais importantes, cujo conhecimento esteja relativamente consolidado, mas que precisa de ações que as efetivem como matéria prima para o estabelecimento e consolidação de bioindústrias em cada um desses Estados da Federação.

Com essa estratégia, dando prioridade financeira para o fortalecimento das cadeias produtivas dessas espécies com potencial econômico, acelera-se o surgimento e consolidação de bioindústrias e de Cooperativas, Associações, que proporcionem uma produção de matéria prima advinda da biodiversidade regional em quantidade e qualidade suficientes para se estabelecer em pouco tempo, um novo modelo de desenvolvimento econômico regional pautado no uso da sua biodiversidade.

REFERÊNCIAS

BARROS, I.C. **Avaliação biofarmacotécnica de potencial excipiente farmacêutico: pó de mesocarpo de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.)**. Dissertação de mestrado em Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal do Piauí. 93p. 2011.

CASTRO, A. M. G.; COBRE, R. V.; GOEDERT, W. J. **Prospecção de demandas tecnológicas – Manual metodológico para o SNPA**. Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária. Departamento de Pesquisas e Difusão de Tecnologia. Brasília: Embrapa – DDP. 1995.

CASTRO, A.M.G.; LIMA, S.M.V.; GOEDERT, W.J.; FREITAS FILHO, F.A.; VASCONCELOS, J.R.P. **Cadeias produtivas e sistemas naturais – Prospecção tecnológica**. Serviço de Produção de Informação – SPI. Brasília. 564p. 1998.

CAVALCANTE, P.B. **Frutas comestíveis da Amazônia II**. Museu Paraense Emílio Goeldi, 41 p. 1974.
CAVALCANTI, C. **Desenvolvimento sustentável e gestão dos recursos naturais. Referências conceituais e de política. Raízes**, Campina Grande, 22(02):96–103. 2003.

CLAY, J.W.; SAMPAIO, P.T.B.; CLEMENT, C.R. **Biodiversidade amazônica: exemplos e estratégias**

de utilização. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 409p. 2000.

CORRÊA, R.F. **Efeitos antimicrobianos, antácidos e removedores de biofilme de algumas espécies vegetais amazônicas sobre o *Streptococcus mutans*.** Dissertação (Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas. 2007.

CRUZ, E.T.L. **Caracterização do Mesocarpo de Babaçu (*Orbignya sp*): Termoanálise (TG/DTA) e Avaliação do conteúdo de Amido.** Monografia do curso de Farmácia. Universidade Federal do Piauí, Teresina. 2011.

FÜLEKY, G. **Cultivated plants, primarily as food sources.** vol.1, 372p, Encyclopedia of Life Support Systems. 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201703_4.shtm (acessado em 02/05/2017) 2017.

IZEL, A.C.U.; MELO, L.A.S. **Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados no Estado do Amazonas.** Embrapa Amazônia Ocidental, Documentos 32, Manaus, 20p. 2004.

MELO, L.P. **Análises físico-químicas do pão enriquecido com mesocarpo de babaçu.** In: 2º Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, João Pessoa, 2007.

OLIVEIRA, A.N.; OLIVEIRA, L.A.; ANDRADE, J.S.; CHAGAS JÚNIOR, A.F. Enzimas hidrolíticas extracelulares de isolados de rizóbia nativos da Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Ciênc. Technol. Aliment.**, 26853-860. 2006 a.

OLIVEIRA, A. N; OLIVEIRA, L. A.; ANDRADE, J. S; CHAGAS JÚNIOR, A. F. Atividade enzimática de isolados de rizóbia nativos da Amazônia Central crescendo em diferentes níveis de acidez. **Ciênc. Technol. Aliment.**, 26(1): 204-210. 2006b.

OLIVEIRA, A.N.; OLIVEIRA, L.A.; ANDRADE, J.S. E CHAGAS JÚNIOR, A.F. Produção de amilase por rizóbios, usando farinha de pupunha como substrato. **Ciênc. Technol. Aliment.**, Campinas, 27(1):61-66. 2007.

PAVLAK, M.C.M.; ZUNIGA, A.D.; LIMA, T.L.A.; ARÉVALO-PINEDO, A.; CARREIRO, S.C.; FLEURY, C.S.; SILVA, D.L. Aproveitamento da farinha do mesocarpo do babaçu (*Orbignya martiana*) para obtenção de etanol. **Evidência**, Joaçaba, 7(1):7-2. 2007.

SAID, M.M. **Prática de Gestão e indicadores de sustentabilidade em cultivos de bananeiras em dois municípios do Estado do Amazonas.** 2015. Tese (Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas. 2015.

SEVERIANO, A.; TAPAJÓS, L. **Enfrentando crise, Polo Industrial de Manaus faz 50 anos e busca caminhos.** <http://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2017/02/enfrentando-crise-polo-industrial-de-manauz-faz-50-anos-e-busca-caminhos.html>. (acessado em 02/05/2017). 2017.

SUFRAMA. **Projeto Potencialidades Regionais. Estudo de Viabilidade econômica. Piscicultura.** 72p. http://www.suframa.gov.br/publicacoes/proj_pot_regionais/piscicultura.pdf. 2003

SUFRAMA. Superintendência da Zona Franca de Manaus. http://www.suframa.gov.br/zfm_principal.cfm. (Acessado em 02/05/2017). 2017.

TERRA. <https://www.terra.com.br/noticias/ciencia/ibge-area-desmatada-na-amazonia-cresceu-51-em-20-anos,970966ec3af2d310VgnCLD200000bbcceb0aRCRD.html> (acessado

em 02/05/2017). 2017.

ZYLBERSZTAJN, D. **Políticas Agrícolas e Comércio Mundial. Agrobusiness: conceito, dimensões e tendências.** In: Fagundes, H. H. (org). Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas. Brasília: IPEA (Estudos de Políticas Agrícolas n° 28). 1994.

PRODUÇÃO DE LINGUIÇA DE ATUM COM SUBSTITUIÇÃO DE GORDURA POR INULINA: ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS

Andréia Amanda Bezerra Jácome

Mestre em Produção Animal, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, Brasil, email: amandabjacome@gmail.com

Lucas de Oliveira Soares Rebouças

Doutorando do Programa em Ciência Animal, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, Brasil.

Patrícia de Oliveira Lima

Profa. Dra. do Programa de Pós-graduação em Produção Animal, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, Brasil

Jean Berg Alves da Silva

Prof. Dr. do Programa de Pós-graduação em Produção Animal, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, Brasil

RESUMO: O atum é uma excelente fonte de proteína e possui elevado teor de ácidos graxos poli-insaturados, tornando-se atrativo aos consumidores. Uma das formas de consumo dessa proteína é através de seus derivados. O objetivo deste trabalho foi produzir uma linguiça de atum com adição de inulina e avaliar suas características físico-químicas. Foram feitas 3 formulações de linguiça: o controle (LA), composta apenas por atum; a segunda, com adição de toucinho (LAT); e a terceira, com adição de inulina (LAI). Foram feitas análises físico-químicas nos dias 0, 3 e 6 dias após a elaboração das linguiças, armazenadas a

4°C ± 1°C. LAI apresentou um teor lipídico significativamente menor que os demais tratamentos, já LAT apresentou maior oxidação lipídica, devido a maior quantidade de gordura. O uso da inulina é viável para a produção desses embutidos, sendo visto como um bom substituto para a gordura suína.

ABSTRACT: Tuna is an excellent source of protein and has a high content of polyunsaturated fatty acids, making it attractive to consumers. One of the forms of consumption of this protein is through its derivatives. The objective of this work was to produce a tuna sausage with addition of inulin. Three formulations of sausage were made: the control (TS), composed only by tuna; the second, with the addition of pork lard (TSL); and the third, with the addition of inulin (TSI). Physicochemical analyzes were performed at 0, 3 and 6 days after the elaboration of the sausages, stored at 4°C ± 1°C. TSI presented a significantly lower lipid content than the other treatments, while TSL presented higher lipid oxidation, due to the higher amount of fat. The use of inulin is viable for the production of these sausages, being seen as a good substitute for swine fat.

INTRODUÇÃO

O atum é uma excelente fonte de proteínas

de alto valor biológico, vitaminas e minerais e possui uma baixa concentração em gorduras saturadas e uma elevada concentração de gorduras poliinsaturadas, que são nutrientes que fazem baixar os níveis de colesterol plasmático, prevenindo o aparecimento de doenças cardiovasculares (VALA, 2016).

No Brasil, o Estado do Rio Grande do Norte se destaca na pesca de atum, ofertando um pescado de excelente qualidade tanto para o mercado interno quanto externo, tendo exportado cerca de 1,7 mil toneladas em 2011 (ARAÚJO et al, 2013).

A busca por uma alimentação mais saudável tem feito a procura por pescado aumentar, o que acarreta na necessidade do desenvolvimento de novos produtos, sendo a elaboração de linguças um exemplo de inovação, além de agregar valor ao pescado que não é exportado por não atingir os padrões de aceitabilidade internacional (SLEDER et al., 2015; KIRSCHNIK, 2007).

Os produtos cárneos processados apresentam cerca de 20 a 30% de gordura, que desempenha funções importantes nesses alimentos, contribuindo com atributos como textura, sabor e maior sensação de saciedade. Pelo fato da mesma ser apontada como a causa de vários problemas de saúde e pelo mercado consumidor dar preferência a produtos considerados mais saudáveis, a indústria alimentícia tem buscado tecnologias para a redução ou substituição da gordura, mantendo as características sensoriais próximas ao tradicional (DAMODARAN et al., 2010; CANDONGAN & KOLSARICI, 2003).

Pesquisas por alternativas para reduzir este teor de gordura nos alimentos têm sido uma constante. Uma destas alternativa é a inulina, que é vista como bom substituto para o uso de gordura em alimentos, pois ela tem a capacidade de formar um gel sensorialmente semelhante à gordura, que garante grande estabilidade aos alimentos, (FRANCK, 2002; MENEGAS et al., 2013).

A inulina é uma fibra alimentar pertencente ao grupo dos frutooligossacarídeos, encontrada na natureza em uma variedade de hortaliças, e é considerada um prebiótico por estimular seletivamente a proliferação ou atividade de bactérias benéficas desejáveis no intestino grosso. (ROBERFROID, 2007). Dessa forma, ao tentar agregar valor ao pescado, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade físico-química de linguças elaboradas a base de atum, bem como a viabilidade do uso da inulina na elaboração desses embutidos.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção da matéria-prima

O atum utilizado foi proveniente de pescas comerciais realizadas no litoral da cidade de Areia Branca, Rio Grande do Norte (4° 57' 21" S, 37° 8' 13" W). Os animais foram abatidos a bordo, utilizando boas práticas de manejo, em seguida, foram acondicionados em caixas isotérmicas e levados ao local de processamento, onde foram congelados a -18°C por 5 dias.

Elaboração das linguiças

Foi retirada a pele e espinhas do atum, em seguida, a carne foi cortada em pedaços menores e moída em disco de 8mm. Posteriormente, foram adicionados os ingredientes e feita a homogeneização da massa. Após essa etapa, a massa ficou descansando em refrigeração por um período de 2 horas e, em seguida, foi feito o embutimento em tripa bovina de calibre 32mm.

Foram feitas 3 formulações de linguiça de atum: o controle, composta apenas por atum (LA); a segunda, com adição de 10% de toucinho (LAT); e a terceira, com adição de 10% de inulina (LAI). Os demais ingredientes usados em todas as formulações foram: pimenta, orégano, alho, sal e água.

Ingredientes (g)	LA	LAT	LAI
Atum	1000	1000	1000
Pimenta	3,5	3,5	3,5
Orégano	3,0	3,0	3,0
Alho	4,0	4,0	4,0
Sal	15,0	15,0	15,0
Toucinho	-	100,0	-
Inulina	-	-	100,00
Água (%)	5	5	5

Tabela 1. Ingredientes (g) usados na elaboração de linguiça de atum utilizando toucinho e inulina

As linguiças já prontas foram embaladas em sacos plásticos esterilizados e armazenadas em temperatura de refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$), para posteriores análises microbiológicas, físico-químicas e sensorial.

Análises físico-químicas

As análises físico-químicas das amostras foram realizadas em triplicata, no tempo de armazenamento 0, imediatamente após a inserção dos tratamentos e novamente após 3 e 6 dias de armazenamento refrigerado a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Foi determinado o pH (AOAC 2005), capacidade de retenção de água (HAMM, 1960), perda de peso por cocção (OSÓRIO et al, 1998), Bases Nitrogenadas Voláteis Totais (N-BVT), Nitrogênio de Trimetilamina (TMA) (BRASIL, 1981; IAL, 2008) e Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS) (AMSA, 2012). Também foi realizada análise de extração da fração lipídica, utilizando o método de Folch et al. 1957.

Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey ao nível de 5% de significância, utilizando o software estatístico SISVAR 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH das linguças elaboradas variou entre 5,33 e 5,60 ao longo dos dias de armazenamento. Foi observado que houve diferença entre os tratamentos LA e LAT no dia 6, onde LA apresentou valor mais elevado, e aumento significativo do pH de LA e LAI no final do período de estocagem. Os valores observados estiveram de acordo com a legislação, que impõe limites de pH inferior a 7,00 para peixe fresco, durante toda a estocagem (BRASIL, 2017).

Algumas espécies de peixe, como o atum, apresentam valores de pH mais baixos (entre 5,4 e 5,6) logo após o *rigor mortis*, o que pode explicar os valores observados na pesquisa (FAO, 1995).

A capacidade de retenção de água (CRA) apresentou valores entre 64,81 e 74,21. LA diferiu dos demais tratamentos nos dias 3 e 6, apresentando menor CRA. Quanto a perda de peso por cocção (PPC), os valores variaram entre 11,34 e 35,29. LA diferiu de LAI no início do armazenamento e diferiu dos demais no final, apresentando menor perda pós-cozimento. Foi observado um aumento significativo em todos os tratamentos ao longo dos dias de armazenamento, em ambas as análises.

A capacidade de retenção de água é definida como a capacidade da carne em reter água, mesmo aplicando pressões externas a ela, como o aquecimento e a prensagem. Já a perda de peso por cocção acarreta em perda de água, de vitaminas e proteínas após o cozimento. Estudos mostram que um parâmetro está relacionado ao outro (SLEDER et al., 2015; REBOUÇAS et al., 2017).

Variáveis	Dias de Estocagem	Tratamentos		
		LA	LAT	LAI
pH	0	5,40 aB	5,44 aA	5,33 aB
	3	5,41 aB	5,41 aA	5,35 aB
	6	5,60 aA	5,42 bA	5,57 abA
CRA (%)	0	64,81 aB	67,96 aB	69,25 aB
	3	69,61 bA	72,63 aA	73,68 aA
	6	68,25 bA	73,21 aA	74,21 aA
PPC (%)	0	11,34 bB	16,62 abC	24,89 aB
	3	19,16 aA	26,02 aB	28,12 aB
	6	20,90 bA	34,25 aA	35,29 aA

Tabela 2. Análises de pH, Capacidade de Retenção de Água (CRA) e Perda de Peso por Cocção (PPC) de Linguça de Atum (LA), Linguça de Atum com Toucinho (LAT) e Linguça de Atum com Inulina (LAI) durante estocagem a 4°C ± 1°C.

^{a, b} Letras minúsculas distintas na linha indicam diferença entre os tratamentos pelo teste de Tukey 5%. ^{A, B, C} Letras maiúsculas distintas na coluna indicam diferença entre os tempos de armazenamento pelo teste de Tukey 5%.

O percentual de lipídios variou significativamente entre os tratamentos, sendo LAT a que apresentou maior teor lipídico e LAI, menor. Alaei et al. (2013) também observaram que os níveis aumentados de inulina substituindo a gordura resultaram em embutidos com menor teor lipídico. A ingestão em excesso de alimentos gordurosos implica em um aumento no risco de desenvolvimento de doenças crônicas (SILVA et al., 2015).

Os valores de bases nitrogenadas voláteis totais (N-BVT) variaram de 2,70 a 4,96 mg de N/100g e apresentaram diferença entre os tratamentos somente no último dia de armazenamento, onde LA apresentou valores mais elevados. Porém, todos os tratamentos apresentaram valores de acordo a legislação brasileira, que determina valores inferiores a 30mg de N/100g (BRASIL, 2017). Segundo Jesus et al. (2001), as bases nitrogenadas voláteis totais são frequentemente utilizadas para medir objetivamente o grau de frescor do pescado, já que, à medida que a contaminação microbiana cresce, seus valores aumentam.

Quanto aos valores de nitrogênio de trimetilamina (TMA), LAI diferiu dos demais tratamentos nos dias 3 e 6, apresentando valores mais elevados. A trimetilamina é um dos componentes do N-BVT, juntamente com amônia e dimetilamina, e é oriunda da quebra de nucleotídeos e de aminoácidos por microrganismos, sendo uma substância de fundamental importância no conjunto das bases voláteis totais (CONTRERAS-GUZMÁN, 2002).

Quanto à oxidação lipídica (TBARS), LAT apresentou os valores mais elevados, mostrando diferença significativa nos dias 3 e 6. Isso pode ser explicado devido ao maior teor lipídico da formulação, pois quanto maior a quantidade de ácidos graxos, mais susceptível a oxidação lipídica.

Variáveis	Dias de Estocagem	Tratamentos		
		LA	LAT	LAI
TVB-N (mg N/100g)	0	3,06 aB	3,16 aA	3,60 aAB
	3	3,20 aB	3,63 aA	4,03 aA
	6	4,96 aA	2,70 bA	2,76 bB
TMA (mg N/100g)	0	3,90 aA	3,86 aA	3,63 aB
	3	3,36 bAB	3,56 bA	4,33 aA
	6	2,83 bB	2,86 bB	4,53 aA
TBARS (mg MA/kg)	0	1,21 bA	2,50 aA	2,43 aA
	3	1,04 cA	2,50 aA	1,95 bAB
	6	1,26 bA	2,09 aA	1,49 bB

Tabela 3. Análises de Lipídios, Bases Nitrogenadas Voláteis Totais (N-BVT), Nitrogênio de Trimetilamina (TMA) e Oxidação Lipídica (TBARS) de Linguça de Atum (LA), Linguça de Atum

com Toucinho (LAT) e Linguiça de Atum com Inulina (LAI) durante estocagem a 4°C ± 1°C

^{a, b} Letras minúsculas distintas na linha indicam diferença entre os tratamentos pelo teste de Tukey 5%

^{A, B, C} Letras maiúsculas distintas na coluna indicam diferença entre os tempos de armazenamento pelo teste de Tukey 5%.

CONCLUSÕES

A linguiça de atum mostrou-se como uma alternativa para agregar valor ao atum destinado a comercialização no mercado interno. Tanto o uso da gordura suína quanto da inulina mostrou uma boa aceitação sensorial e bons resultados físico-químicos, porém, a linguiça contendo inulina apresentou menores teores de lipídios, acarretando em maiores benefícios ao consumidor. O uso da inulina é viável para a produção desses embutidos, sendo visto como um bom substituto para a gordura suína, resultando em um alimento mais saudável.

REFERÊNCIAS

ALAEI, F.; HOJJATOLESLAMY, M.; DEHKORDI, S. M. H. The effect of inulin as a fat substitute on the physicochemical and sensory properties of chicken sausages. *Food Sci Nutr*. 6:512–519, 2018.

AMSA. (2012). **Meat color measurement guidelines**. American Meat Science Association. USA, 2, 100-101.

ARAUJO, P. V. N.; RUIVO, U.; SILVA, G. B.; FREIRE, J. A.; BEZERRA, M. A.; **Descrições gerais da frota japonesa arrendada para a pesca de atuns e afins na Zona Econômica Exclusiva do Brasil**. *Arq. Ciên. Mar*, 46(2), Fortaleza, 2013.

Association of Official Analytical Chemists - AOAC. **Official methods of analysis of the Association**. 18 ed. Gaithersburg: Maryland; 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA. Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Portaria nº 01, de 07 de Outubro de 1981. Aprova os Métodos Analíticos para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes, Constituindo-se em Métodos Microbiológicos e Métodos Físicos e Químicos. *Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF*, 13 out. 1981. Seção 1.

CANDONGAN, K.; KOLSARICI, N. **The effects of carrageenan and pectin on some quality characteristics of low-fat beef frankfurters**. *Meat Science*, v.64, p.199-206. 2003.

CONTRERAS-GUZMÁN, E.S. 2002. **Biochemistry of Fish and Invertebrates**. Cecta-Usach Press, Santiago, Chile (in Spanish).

DAMADARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FAO – Food And Agriculture Organization. **Quality and quality changes in fresh fish**. Roma, 1995.

FOLCH, J.; Lees, M.; Stanley, G. H. S.; *J. Biol. Chem.* 1957, 226, 497.

- FRANCK, A. **Technological functionality of inulin and oligofructose**. British Journal of Nutrition, v. 87, p. 287-291, 2002.
- HAMM, R. (1960). **Biochemistry of meat hydration: advances in food research**. Cleveland, 10, 335-443.
- Instituto Adolfo Lutz (IAL). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo, 2008 p. 1020
- JESUS, R. S.; LESSI, E.; TENURA-FILHO A. **Estabilidade química e microbiológica de “minced fish” de peixes amazônicos durante o congelamento**. Ciência e Tecnologia de Alimentos; 21(2): 144-8, 2001.
- KIRSCHNIK, P. G. **Avaliação da estabilidade de produtos obtidos de carne mecanicamente separada de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*)**. 2007. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Joticabal/SP, 2007. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/100195/kirschnik_pg_dr_jabo.pdf?sequence=1&isAllowed=y Acesso em: 5 de abril 2019.
- MENEGAS, L. Z.; PIMENTEL, T. C.; GARCIA, S.; PRODENCIO, S. H. **Dry-fermented chicken sausage produced with ilunin and corn oil: Physicochemical, microbiological and textural characteristics and acceptability during storage**. Meat Science, v. 93, p. 501-506, 2013.
- OSÓRIO, J.C.S., OSÓRIO, M.T.M., JARDIM, P.O.C., PIMENTEL, M.A., POUHEY, J.L.O. & LÜDER, W.E. **Métodos para avaliação de carne ovina “in vivo”, na carcaça e na carne**. UFPEL, 107, 1998.
- REBOUÇAS, L. O. S. et al. **QUALIDADE FÍSICA E SENSORIAL DA TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*) CULTIVADA EM AMBIENTE DE ÁGUA DOCE E SALGADA**. Bol. Ind. Anim., Nova Odessa,v.74, n.2, p116-121, 2017
- ROBERFROID, M. B. **Prebiotics: the concept revisited**. Journal of Nutrition, v. 37, p. 830– 837, 2007.
- SILVA, F. V. L.; PINTO, J. A. P. C.; ALVES, S. K. P. S.; SANTOS, A. T.; FOSCHETTI, D. A.; CERQUEIRA, G. S.; UCHÔA, F. N. M. **Avaliação do consumo de frituras em geral, salgados e alimentos enlatados/embutidos por pacientes atendidos em uma unidade básica de saúde**. Revista Intertox-EcoAdvisor de Toxicologia Risco Ambiental e Sociedade, v. 8, n. 3, p. 50-60, out. 2015.
- SLEDER, F. et al. **Development and characterization of a tambaqui sausage**. Ciênc. Agrotec., Lavras, v. 39, n. 6, p. 604-612, nov./dez., 2015
- VALA, M. O. **Aplicação de revestimentos edíveis à base de subprodutos da indústria do pescado na preservação de atum fresco**. 2016. Dissertação (Mestrado em Gestão da Qualidade e Segurança Alimentar) - IPL, Peniche-Portugal, 2016. Disponível em https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/2281/1/tese_Milene_Vala.pdf acesso em 5 de abril de 2019.

RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA PARA UM PLANTIO CLONAL DE TECTONA GRANDIS LINN F. NO MUNICÍPIO DE CAPITÃO POÇO, PARÁ

Mario Lima dos Santos

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – Pará

Patrícia Mie Suzuki

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – Pará

Richard Pinheiro Rodrigues

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – Pará

Beatriz Cordeiro Costa

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – Pará

Walmer Bruno Rocha Martins

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – Pará

RESUMO: A *Tectona grandis* Linn F. vem ganhando espaço como uma alternativa para produção florestal sustentável na região Amazônica. Sendo o inventário florestal imprescindível para o monitoramento e produtividade de florestas. As equações de relações hipsométricas são ferramenta de redução de custos e tempo para a atividade. O objetivo do trabalho foi ajustar e selecionar um modelo matemático de relação hipsométrica para um plantio clonal de *T. grandis* Linn F., localizado no município de Capitão Poço, Pará. O estudo foi desenvolvido em um povoamento clonal de teca localizado no município de Capitão

Poço-PA. Foram levantadas cinco parcelas na área de 49,28 hectares, com espaçamento de 4m x 4m e densidade de 625 indivíduos ha⁻¹. Foram ajustados seis modelos de relação hipsométrica relacionando a altura total e diâmetro a altura do peito. A seleção do melhor modelo se deu a partir da análise dos critérios estatísticos: coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{aj.}$ %); erro padrão residual da estimativa em percentagem (S_{yx} %) e erro padrão residual recalculado (S_{yxr} %) e Desvio Médio Percentual (DMP%). Todas as equações analisadas superestimaram as alturas. Os modelos hiperbólicos 2 e 3 apresentaram maior $R^2_{aj.}$ %, menores S_{yx} %, menores valores de DMP e maiores valores de F. Dessa forma, conclui-se que os modelos hiperbólicos, 2 e 3, apresentaram resultados satisfatórios na mensuração do plantio clonal de *T. grandis* Linn F. Contudo, o modelo hipsométrico 2 foi o mais indicado para o plantio clonal de teca no município de Capitão Poço.

PALAVRAS-CHAVE: Floresta Plantada; Inventário Florestal; Teca

ABSTRACT: *Tectona grandis* Linn F. has been gaining space as an alternative for sustainable forest production in the Amazon region. The forest inventory is essential for forest monitoring and productivity. The hypsometric models are important tools to reduce the cost and time for an

activity. The objective of this study was the fit and selection of a mathematical model of hypsometric relation for clonal planting of *T. grandis* Linn F., located in the municipality of Capitão Poço, Pará. Five plots were planted in the area of 49.28 hectares, with spacing of 4m x 4m and density of 625 individuals ha⁻¹. The project was developed in a clonal plantation of teak located in the municipality of Capitão Poço-PA. Six models of hypsometric were related to the total height and diameter. The selection of the best model was based on the analysis of the statistical data: adjusted coefficient of determination (R^2_{aj} %); recalculated standard error of the estimate in percentage (S_{yxr} %) and average percentage deviation (APD%). All of the analyzed models overestimated the heights. The hyperbolic models 2 and 3 had larger R^2_{aj} %, smaller S_{yxr} %, small values of APD% and higher values of F. Thus, it is concluded that the hyperbolic models, 2 and 3, satisfactory results in the measurement of the clonal plantation of *T. grandis* Linn F. However, the hypsometric model 2 was the most suitable for teak clonal planting in the municipality of Capitão Poço.

KEYWORDS: Planted Forest; Forest Inventory; Teak

1 | INTRODUÇÃO

A demanda mundial por produtos madeireiros e a preocupação com os recursos florestais naturais, impulsionam a abertura de novos mercados e ampliam os horizontes para o setor florestal. Neste contexto, *Tectona grandis* Linn F. vem se destacando como alternativa para uma produção sustentável na indústria madeireira, pelo seu elevado valor comercial, beleza e durabilidade (SILVA, 2012).

A produtividade em florestas plantadas está relacionada à qualidade do monitoramento e planejamento com base nos dados obtidos em inventário florestal. O volume é um importante indicativo de produção a ser considerado, contudo para a sua obtenção torna-se necessário a obtenção da variável altura comercial, está por sua vez é considerada de difícil mensuração, tornando a coleta de informações mais demorada e onerosa (SOUSA et al., 2013).

A altura pode ser obtida utilizando-se instrumentos hipsométricos, medição de árvore em pé ou abatida, ou por relações hipsométricas (SCOLFORO & FIGUEIREDO FILHO, 1998). A estimativa desta variável por meio das equações baseadas em relações hipsométricas são precisas e reduzem os custos do inventário, pois ao conhecer os diâmetros dos indivíduos da população é possível estimar a altura, medindo um número reduzido de indivíduos (CALDEIRA et al., 2002; CAMPOS & LEITE, 2017).

A definição do modelo de regressão a ser adotado se torna de difícil escolha, visto que ela precisa ser ajustada a diversas situações e contextos. A relação hipsométrica pode ser influenciada por diversos fatores, sendo estes: posição sociológica, região, idade da população, densidade do plantio, práticas silviculturais e manejo adotado (RIBEIRO et al., 2010; SOUSA et al., 2013).

Assim, o presente trabalho teve por objetivo ajustar e selecionar um modelo

matemático de relação hipsométrica para um plantio clonal de *T. grandis* Linn F., localizado no município de Capitão Poço, Pará.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A *Tectona grandis*, é uma espécie nativa do sul da Ásia, pertencente à família Lamiaceae, antes incluída na família Verbenaceae, conhecida popularmente como teca (COSTA, 2011) é caracterizada por ser uma árvore de grande porte, alcançando alturas entre 25 m a 35 m e diâmetro a altura do peito (DAP) de 1 m ou mais. Seu fuste é reto e revestido por uma casca espessa, o qual lhe confere resistência a várias doenças e até mesmo o fogo (MARCOLAN et al., 2007)

A espécie apresenta ampla adaptabilidade climática, podendo ocorrer em locais com diferentes gradientes de precipitação pluviométrica, a qual varia de 800 a 2500 mm ano⁻¹, e de temperaturas, compreendida entre 2 a 42° C (COSTA, 2011).

3 | METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido em um povoamento clonal de teca localizado no município de Capitão Poço, estado do Pará, presente na fazenda São Luiz, pertencente à empresa Tiête Agrícola LTDA.

Os dados foram coletados em parcelas permanentes do povoamento aos cinco anos de idade. Quanto ao sistema de amostragem, utilizou-se o método de amostragem de área fixa, com parcelas circulares de raio de 12,6 m², e o processo de amostragem utilizado foi o sistemático, onde foram levantadas cinco parcelas na área de 49,28 hectares de plantio clonal. O espaçamento empregado foi de 4m x 4m, tendo assim uma densidade de 625 indivíduos ha⁻¹.

Foram ajustados seis modelos de relação hipsométrica relacionando a altura total - Ht e diâmetro a altura do peito - DAP, sendo dois modelos lineares (1 e 6) e quatro modelos não lineares (2, 3, 4 e 5), em que a Ht é a variável dependente ou variável de interesse, e o DAP e suas transformações matemáticas, como variável independente (Tabela 1).

#	Modelos	
1	$Ht = \beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2 + \epsilon_i$	Polinomial
2	$Ht = \left(\frac{DAP^2}{\beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2} \right) + \epsilon_i$	Hiperbólico
3	$Ht = \left(\frac{DAP}{\beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2} \right)^2 + \epsilon_i$	Hiperbólico
4	$Ht = \beta_0 + DAP^{\beta_1} + \epsilon_i$	Potência
5	$Ht = \beta_0 \beta_1 \left(\frac{1}{DAP} \right) + \epsilon_i$	Exponencial (Schumacher)
6	$Ht = \beta_0 + \beta_1 \ln(DAP) + \epsilon_i$	Semilogarítmico

Tabela 1. Modelos de relação hipsométrica ajustados aos dados do povoamento clonal de *T. grandis*, aos 5 anos de idade, no município de Capitão Poço, Pará. Fonte: Batista et al. (2014). Em que: Ht = Altura total (m); DAP = Diâmetro à altura do peito (cm); β_i = Parâmetros da regressão; ϵ_i = Erro.

Para a análise de regressão, primeiramente averiguou-se a normalidade dos dados através do software SAS 9.1.3, pela inspeção visual dos resíduos, bem como, pelo teste de Kolmogorov-Smirnov a 5% de significância. Foram ajustados os modelos matemáticos de relação hipsométrica e geradas tabelas resumo com as medidas de precisão do ajustamento dos modelos aos dados.

A seleção do melhor modelo foi feita através da análise dos seguintes critérios estatísticos: o maior coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{aj.}$ %); o menor erro padrão residual da estimativa em percentagem (S_{yx} %) e erro padrão residual recalculado (S_{yxr} %) e Desvio Médio Percentual (DMP%).

Para auxiliar na seleção do (s) melhor (es) modelo (s) ajustado (s), foi utilizado o critério de hierarquização de seleção, que seria o Valor Ponderado (VP), que leva em consideração todas as variáveis estatísticas anteriormente descritas, e atribuindo pesos a essas quanto mais próximo de um melhor será a equação, facilitando assim o processo de seleção do melhor modelo matemático.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os modelos hiperbólicos 2 e 3 apresentaram maior coeficiente de determinação, 83,42% e 83,40%, respectivamente, resultados próximos de 100%, característico de um bom ajuste, observados na Tabela 2. O coeficiente de determinação ($R^2_{aj.}$) informa a porcentagem da variação dos dados observados em torno da média que está sendo explicada pelo modelo ajustado.

#	Modelo	R ² aj.%	Syx%	DMP%	F	VP
1	$Ht = \beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2$	34,93	7,89	-0,360	27,6**	10
2	$Ht = \left(\frac{DAP^2}{\beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2} \right)$	83,42	7,88 ⁽¹⁾	-0,006	250,1**	3
3	$Ht = \left(\frac{DAP}{\beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2} \right)^2$	83,40	7,90 ⁽¹⁾	-0,154	249,7**	7
4	$Ht = \beta_0 + DAP^{\beta_1}$	28,75	8,10 ⁽¹⁾	-0,337	40,9*	12
5	$Ht = \beta_0 \beta_1 \left(\frac{1}{DAP} \right)$	26,08	8,27 ⁽¹⁾	-0,349	35,9**	16
6	$Ht = \beta_0 + \beta_1 \ln(DAP)$	30,36	8,16	-0,669	44,2**	15

Tabela 2. Valores das medidas de precisão das equações hipsométricas ajustadas aos dados do povoamento clonal de *T. grandis*, aos 5 anos de idade, no município de Capitão Poço, Pará.
Fonte: Batista et al. (2014).

Em que: β_i = parâmetros de regressão; R²aj%= Coeficiente de determinação ajustado; Syx%= Erro padrão da estimativa em porcentagem; DMP%= Desvio médio percentual; F= valor calculado do teste F; VP= valor ponderado; ⁽¹⁾ = erro padrão da estimativa em porcentagem recalculado; ** teste altamente significativo a 1% de nível de significância (p valor < 0,01).

O erro-padrão da estimativa indica a precisão do ajuste de um modelo matemático, esse critério informa o quanto, relativamente, o modelo erra em média ao estimar a variável dependente, desse modo pode se observar que o modelo polinômio 1 e os hiperbólicos 2 e 3 apresentaram os menores erros relacionados as estimativas, sendo os valores 7,89%; 7,88%; 7,90% respectivamente.

Todas as equações apresentaram DMP negativo, apresentando uma tendência de superestimação das alturas de teca. As equações 2 e 3 apresentaram os menores valores de DMP, superestimando as alturas apenas em -0,006 e -0,154%, respectivamente. O DMP verifica se há diferença entre um valor obtido ao se medir uma grandeza e um valor adotado que mais se aproxima do valor real, ou seja, o desvio é a diferença entre o valor real e o estimado. Silva (2011) afirma que quanto mais próximo de zero o valor do DMP, melhor será o ajuste da equação matemática.

De acordo com o critério do valor de F, obtido na análise de variância, quanto maior o valor melhor será o ajuste do modelo, tendo como comparação a Tabela 2 constatou-se que os modelos hiperbólicos 2 e 3, se destacaram por apresentarem os maiores valores de F, quando comparados aos outros modelos, sendo estes representados por 250,1 e 249,7.

O valor ponderado dos escores dos parâmetros estatísticos leva em consideração todas as variáveis estatísticas consideradas como critérios e descritas anteriormente, sintetizando os resultados e facilitando o processo de seleção do melhor modelo matemático, com isso os modelos hiperbólicos 2 e 3 apresentaram os menores

escores, sendo os VP de 3 e 7.

5 | CONCLUSÃO

Tendo em vista a análise dos modelos hipsométricos propostos, verificou-se que todas as equações apresentam tendência na superestimação das alturas de teca. Os modelos hiperbólicos, 2 e 3, apresentaram resultados satisfatórios na mensuração do plantio clonal de *T. grandis* Linn F., com os menores escores dos parâmetros estatísticos analisados. O modelo 2, destacou-se pelo maior coeficiente de determinação, menor erro padrão da estimativa em porcentagem e um desvio médio percentual reduzido em comparação com o modelo 3. Sendo assim, o modelo hipsométrico 2 o mais indicado para o plantio clonal de teca no município de Capitão Poço.

REFERÊNCIAS

CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; SCHEEREN, L.W.; BARICHELLO, L.R.; WATZLAWICK, L.F. Relação hipsométrica para *Acacia mearnsii* com diferentes idades. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n.45, p.57-68, 2002.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. *Mensuração florestal: perguntas e respostas*. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2017.

COSTA, K. L. **Crescimento De *Tectona Grandis* (Teca) Em Sistema Silvicultural De Talhadia Composta Em Minas Gerais**. 2011. 77 f. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2011.

MOURA, R. G. **Coleobrocas (Insecta: Coleoptera) associadas à madeira de *Tectona grandis* Linn. f (Lamiaceae)**. Dissertação (Mestre em Ciências. Área de concentração: Silvicultura e Manejo Florestal) - Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. 2007.

RIBEIRO, A.; FILHO, A. C. F.; MELLO, J. M.; FERREIRA, M. Z.; LISBOA, P. M. M.; SCOLFORO, J. R. S. Estratégias e metodologias de ajuste de modelos hipsométricos em plantios de *Eucalyptus* sp. **Revista Cerne**, Lavras, v. 16, n. 1, p. 22-31, 2010.

SCOLFORO, J. R. S.; FIGUEIREDO FILHO, A. *Biometria Florestal: medição e volumetria de árvores*. Textos técnicos. UFLA. Lavras. 1998. 310p.

SILVA, F. R. **Crescimento e produção de *Tectona grandis* Linn F em um plantio no município de Alta Floresta - MT**. 2012. 94 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Cuiabá, 2012.

SOUSA, G. T. O.; AZEVEDO, G. B.; BARRETO, P. A. B.; JÚNIOR, V. C. Relações hipsométricas para *Eucalyptus urophylla* conduzidos sob regime de alto fuste e talhadia no Sudoeste da Bahia. **Revista Scientia Plena**, vol. 9, nº 4, 2013.

RESISTÊNCIA BACTERIANA DOS GRAM-NEGATIVOS

Tiago Zaquia Pereira

Especialista em Microbiologia Clínica e Medicina Laboratorial – Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC-GO

RESUMO: As bactérias Gram-negativas são de extrema importância, e podem ser encontradas compondo a microbiota do indivíduo ou associadas a vários tipos de infecções. Além disso, este grupo de microrganismos tem como característica a capacidade de apresentar resistência aos antimicrobianos, onde os mecanismos por elas utilizados variam de acordo com o tipo de antibiótico usado no tratamento do paciente. Estudos realizados através de dados coletados em ambiente hospitalar demonstram que esse grupo de micro-organismos são os mais eficazes quando se tratando de resistência a antibióticos e, que estes podem ter sido prescritos erroneamente ou ainda ministrados de forma incorreta. A produção de ESBL (Extended-Spectrum Betalactamase) e atualmente, de KPC (*Klebsiella pneumoniae* Carbapenemase), são um importante mecanismo de resistência em bactérias Gram-negativas. A antibioticoterapia para bactérias Gram-negativas, nem sempre é feita de forma correta para que se tenha o resultado esperado, a prova disto é a resistência que alguns microrganismos têm desenvolvido. Tudo que se

diz respeito à multirresistência destes microrganismos deve ser cautelosamente estudado para que todos os dados sejam analisados e observados por entidades competentes, pois se trata de um agrave de nível mundial.

PALAVRAS-CHAVE: Antibióticos, ESBL, Gram-negativo, KPC, multirresistente.

ABSTRACT: Gram negative bacteria are responsible for numerous infections with highly deleterious and resistance where the mechanism used by these vary according to the type of antibiotic used in the treatment because the patient. The data collected by hospitals show that this group of bacteria are the most effective when it comes to antibiotic resistance that are wrongly prescribed or administered incorrectly, this being a major cause of resistance of strains. ESBL (Extended-Spectrum Betalactamase) production is an important mechanism of resistance in Gram-negative bacteria and currently producing KPC (*Klebsiella pneumoniae* Carbapenemase) also constitutes an important mechanism of resistance, being an enzyme produced by Gram-negative bacteria. Treatment of Gram-negative bacteria-based antibiotic, is not always done correctly in order to have the desired result, the proof of this is the resistance that some microorganisms are having. Everything that relates to these multiresistant microorganisms should be carefully examined

so that all data are analyzed and observed by the authorities, because it is a worsening global.

KEYWORDS: Antibiotics, ESBL, Gram-negative, KPC, multiresistance.

1 | INTRODUÇÃO

As bactérias Gram-negativas pertencem a um grupo heterogêneo de micro-organismos que possuem um complexo envoltório celular, constituído de membrana externa, que recebe o nome de espaço periplasmático e que contém uma camada interna delgada de peptídeoglicano, denominada parede celular, e membrana citoplasmática. A estrutura celular destes micro-organismos pode ser esférica, oval, em bastonete reto ou curvo, helicoidal ou filamentosa. Sendo que, alguns destes agentes podem, ainda, apresentar bainha ou cápsula [31].

A rigidez da parede celular deste grupo de bactérias se deve a uma camada composta por uma substância somente encontrada em procariotos e que recebe diferentes denominações, como mureína, mucopeptídeo, mucocomplexo, peptídeoglicano ou glicopeptídeo [37].

Além de proporcionar proteção osmótica, a parede celular bacteriana desempenha papel essencial na divisão celular e atua como modelo para sua própria biossíntese. Várias camadas da parede são locais de importantes determinantes antigênicos da superfície celular e um componente – o lipopolissacarídeo – responsável pela atividade de endotoxina inespecíficas da bactéria Gram-negativa. Em geral, a parede celular não é seletivamente permeável; entretanto, uma destas camadas da parede celular Gram-negativa, a membrana externa, tem como função impedir a passagem de moléculas relativamente grandes [19].

A membrana citoplasmática, estrutura de aproximadamente 8nm de espessura, é de extrema importância para a célula bacteriana, pois a mesma serve de barreira, sendo responsável pela separação do meio interno e externo da célula [49]. Além disso, esta membrana é composta por proteínas imersas em uma bicamada fosfolipídica, sendo que as proporções dos componentes podem variar, dependendo da espécie bacteriana e das condições de cultivo [43]. No grupo composto pelas bactérias Gram-negativas, esta membrana é complexa, sendo importante destacar que a união entre cadeias paralelas de NAG e NAN é feita diretamente pelas ligações peptídicas entre o terceiro diaminoácido de uma cadeia e o quarto aminoácido da cadeia adjacente, ou seja, tornando estas determinadas estruturas mais compactas, o que favorece uma melhor proteção [44].

Por ser composta por lipídios, a membrana citoplasmática possui o interior hidrofóbico, devido às cadeias de ácido graxo, e externamente, a parte polissacarídica, apresenta característica hidrofílica. Assim, uma das técnicas utilizadas para identificação das bactérias Gram-negativas é a coloração de Gram, sendo esta um

importante e fundamental método utilizado em laboratório para distingui-las, pois a mesma depende da capacidade de certas bactérias de reter o complexo cristal de violeta e iodo após breve lavagem com álcool ou acetona. As bactérias Gram-negativas não retêm o complexo corante-iodo e tornam-se translúcidas podendo, assim, tomar a coloração de fundo com fucsina, tornando-se vermelhas [36].

Os micro-organismos Gram-negativos patogênicos caracterizam-se por sua capacidade de transmissão e aderência, bem como de invasão de células e tecidos, toxigenicidade e capacidade de escapar do sistema imunológico do hospedeiro. Essas características podem provocar um agrave ao sistema acometido e dificultando o tratamento com antimicrobianos, além de, em muitos casos, os tornar multirresistentes, como no caso de bactérias associadas às infecções nosocomiais [16].

Tem-se observado a proliferação exacerbada de bactérias Gram-negativas, envolvendo uma variedade de doenças, desenvolvimento de resistência aos agentes antimicrobianos com muita rapidez, representando um sério desafio para o tratamento de infecções; uma vez que as bactérias Gram-negativas têm uma série de mecanismos de resistência [15].

As bactérias Gram-negativas são consideradas um dos principais agentes etiológicos a nível mundial. Nas últimas décadas os Gram-negativos como *Klebsiella spp*, *Enterobacter spp* e *Pseudomonas spp*, têm sido considerados como os principais patógenos de infecções nosocomiais [02].

Com a descoberta da penicilina e sulfonamidas nas décadas de 20 e 30, teve início o processo de produção comercial de antibióticos. Com o passar do tempo, estas drogas contribuíram para o controle de infecções de maneira generalizada [26]. Apesar do advento dos antibióticos e das vacinas que fizeram crer que dispúnhamos dos recursos para em definitivo controlar tais infecções, nos deparamos, entretanto em fatos recentes que indicam que estamos longe deste fim, já que os microrganismos começam, novamente, a demonstrar a sua crescente importância com causa de morbidade e mortalidade, bem como a sua capacidade de causar surpresas e pânico pelas inesperadas manifestações ou mesmo de serem identificados como agentes etiológicos de doenças caracterizadas mais resistentes [39].

Mediante estudos de Bradford, foi observado um aumento exorbitante na incidência das bactérias Gram-negativas produtoras de ESBL (Extended-Spectrum Betalactamase) nas unidades de terapia intensiva neonatal, principalmente em países em desenvolvimento. Sendo que, das bactérias produtoras de beta-lactamase estudadas, as mais mencionadas na literatura são *Klebsiella pneumoniae* e *Escherichia coli* [23][12].

O número de pacientes hospitalizados que se encontram infectados por microrganismos multirresistentes, aumentaram nas últimas décadas, despertando preocupação das Comissões de Controle de Infecção Hospitalar (CCIH) e dos serviços de saúde. A Organização Mundial de Saúde (OMS) tem apontado como aumento para

incidência da multirresistência bacteriana fatores como: pobreza, uso inadequado de antibióticos, propaganda de novas drogas, falha terapêutica, medicamentos falsificados, deficiência na formação de profissionais de saúde, entre outros [27].

É importante ainda ressaltar que há inúmeros elementos que podem contribuir para o desenvolvimento da resistência bacteriana, como aqueles relacionados ao hospedeiro e à pressão seletiva gerada pelos agentes antimicrobianos [20]. Como por exemplo, o uso indiscriminado de antibióticos, que pode favorecer o desenvolvimento de bacilos Gram negativos resistentes aos antimicrobianos, fato este que ocorre de maneira muito rápida, e representa sérios desafios para o tratamento de infecções causadas por estes agentes patogênicos [07].

Assim, o laboratório de microbiologia tem a responsabilidade de testar e reportar os resultados dos agentes antimicrobianos que são mais apropriados para o microorganismo isolado, dando ênfase a estratégias que devem ser adotadas para o reconhecimento dos antimicrobianos mais eficazes para o tratamento [31].

Em uma pesquisa realizada em 17 países da Europa, incluindo 1417 Unidades de Terapia Intensiva (UTI's), as infecções mais frequentes foram: pneumonia (46,9%), infecção do trato respiratório superior (17,8%), infecção do trato urinário (17,6%) e infecção de corrente sanguínea (12,0%), sendo que *Pseudomonas aeruginosa* (22,6%), *Staphylococcus aureus* (22,2%), *Acinetobacter* spp (11,9%) foram os microorganismos mais prevalentes [21].

Além do risco da infecção por microrganismo multirresistente, a identificação tardia dessas bactérias leva ao uso empírico de antibióticos de última linha, geralmente de amplo espectro, o que, além do elevado custo, também gera mais resistência [28].

2 | RESISTÊNCIA BACTERIANA DOS GRAM-NEGATIVOS

As bactérias Gram positivas e Gram-negativas possuem características estruturais diferentes e essas diferenças determinam os mecanismos para a resistência inicial. Os alvos da maioria de agentes antimicrobianos são localizados na parede celular, membrana citoplasmática ou dentro do citoplasma. Nas bactérias Gram-negativas a parede celular pode fornecer uma barreira intrínseca adicional que impede que as drogas alcancem seus alvos [22][25][26].

As bactérias podem ser intrinsecamente resistentes a um antibiótico ou adquirirem resistência por meio da aquisição de genes plasmidiais ou por mutações [13]. A resistência adquirida reflete uma mudança na composição genética de uma bactéria que pode resultar em atividade antimicrobiana diminuída, mas não a perda completa da eficácia da droga [13].

Os principais mecanismos de resistência bacteriana incluem a limitação da concentração intracelular do antimicrobiano pelo influxo diminuído ou pelo efluxo aumentado deste, neutralização do agente antimicrobiano por enzimas, alteração do

sítio de ligação do antibiótico e eliminação do alvo pela criação de vias metabólicas novas. As bactérias podem ter um ou múltiplos mecanismos de resistência contra um único agente ou classes de agentes ou uma única mudança pode conduzir à resistência a diversos agentes antimicrobianos diferentes ou da mesma classe [13].

Mecanismo de Resistência dos Gram-Negativos

As bactérias podem ser classificadas em sensíveis e resistentes aos antimicrobianos. Em geral as bactérias classificadas como resistentes, são aquelas que apresentam crescimento *in vitro* e em contato com a droga [05].

A resistência pode ser dividida em natural ou adquirida. A natural corresponde a uma característica da espécie bacteriana e todas as amostras desta espécie têm esta propriedade. Já na adquirida, somente parte das amostras apresentam resistência [04].

Os mecanismos de resistência bacteriana tornaram-se comuns, principalmente, em ambientes hospitalares. Isso se deve à alteração na permeabilidade da membrana celular, obstruindo assim a entrada do antibiótico na célula, o bombeamento do antibiótico para fora da mesma, por meio do mecanismo de efluxo, ou mesmo por mutação genética que altera, de alguma forma, o alvo do antibiótico. Este último mecanismo não afeta o funcionamento da bactéria, ou nem mesmo o desenvolvimento da capacidade de degradar ou de inativar o antibiótico [27].

A resistência à antibióticos em ambiente hospitalar mostram que no continente americano, mais especificamente América Latina, a resistência de micro-organismos Gram-negativos é muito mais preocupantes que Gram-positivos. Dentre os inúmeros fármacos empregados no combate aos Gram-negativos, os que apresentam maior índice de resistência são os β -lactâmicos, as quinolonas, o sulfametoxazol e os aminoglicosídeos. Mesmo com toda classe de antimicrobianos disponível no mercado, a escolha da droga ideal é complexa, devido aos inúmeros índices de resistência [01].

2.0.1 Bomba de Efluxo

Bomba de efluxo é um mecanismo de bombeamento de antibióticos para fora do citoplasma bacteriano. Muitos antibióticos causam furos na membrana bacteriana para que elas tenham uma morte osmótica [36]. Conseqüentemente, o mecanismo de efluxo gera uma resistência bacteriana a determinados antimicrobianos, por exemplo, as tetraciclina, como resultado da presença de plasmídeos em *Escherichia coli*. A bomba age do meio intracelular para o meio extracelular, evitando que o antibiótico chegue ao sítio de ação. Este é um mecanismo frequentemente utilizado por bactérias Gram-negativas [41].

2.0.2 Alteração da Permeabilidade

Outra forma de resistência bacteriana aos antibióticos está associada à diminuição da permeabilidade na membrana externa das bactérias Gram-negativas. O fluxo de

moléculas para o interior da célula ocorre por características peculiares como carga, estrutura e dimensão e através de proteínas de membrana, as quais formam canais. Os antibióticos utilizam este percurso para atingir o interior da célula bacteriana ou o espaço periplasmático, como é o caso dos antibióticos β -lactâmicos. Contudo, a perda de função destas proteínas, pode efetivamente causar a diminuição da susceptibilidade a vários antibióticos [26].

2.0.3 Modificação de Alvo

A alteração do alvo é um sistema de resistência utilizado por bactérias Gram-positivas. Contudo, há estudos que comprovam a utilização deste mecanismo também por bactérias Gram-negativas. Há também, outros tipos de alteração do alvo, como por exemplo, a mutação da DNA girase, que confere resistência às quinolonas e a mutação dos ribossomos [41].

Com a modificação do alvo, as bactérias tornam-se resistentes, devido a substituições de aminoácidos nas proteínas ligadoras de penicilina (PBPs), tornando-as menos susceptíveis a ligação com o agente antimicrobiano. Essa modificação dos aminoácidos pode ocorrer por aquisição de novas PBPs; presença de proteínas provenientes da recombinação entre genes codificadores de PBP's associadas à expressão de susceptibilidade ou devido à hiperprodução da proteína, gerando aumento do nível de resistência aos antibióticos β -lactâmicos [29].

2.1 Resistência Microbiana

Atualmente, a resistência aos antimicrobianos em pacientes infectados por micro-organismos Gram-negativos, é fator de grande preocupação mundial. Além disso, há vários mecanismos pelos quais os micro-organismos podem exibir esta resistência aos fármacos [31].

A elevação da síntese proteica é um dos principais fatores responsáveis pela resistência bacteriana, isso devido às inúmeras mutações que ocorrem. Tais mutações podem levar também à elevação do transporte dos antibióticos para o exterior da célula [29].

Os agentes bacterianos são capazes de produzir enzimas que destroem o fármaco ativo. Nas bactérias Gram-negativas resistentes aos aminoglicosídeos, este fator ocorre devido a um plasmídeo presente no micro-organismo Gram-negativo que induzem à produção de enzimas de adenilização, fosforilação ou acetilação, que têm poder de destruir o fármaco [31].

Um dos mecanismos é a modificação da permeabilidade aos fármacos, fazendo com que ocorra resistência a amicacina e a alguns aminoglicosídeos, em decorrência da alteração da membrana externa, comprometendo assim, o transporte ativo da droga para o interior da célula [31].

Há ainda aqueles micro-organismos capazes de desenvolver um alvo estrutural

alterado para o fármaco. Assim, alguns são resistentes por possuir um receptor alterado na subunidade 50S do ribossomo, devido à metilação de RNA ribossômico 23S [36].

Outra forma de resistência é a alteração de uma via metabólica, que omite a alteração inibida pelo fármaco. Por exemplo, algumas bactérias resistentes as sulfonamidas não necessitam de PABA extracelular, mas são capazes de utilizar, como as células dos mamíferos, o ácido fólico pré-formado [30].

Existem ainda, alguns microrganismos que são capazes de desenvolver uma enzima alterada, mas que ainda apresenta capacidade de desempenhar sua função metabólica, sendo assim bem menos afetada pelo fármaco [36].

A origem não genética da resistência aos fármacos dá-se a replicação ativa das bactérias que constituem um requisito para a maioria das ações dos fármacos antibacterianos. Em consequência, os micro-organismos metabolicamente inativos, ou seja, que não estão se multiplicando podem ser fenotipicamente resistentes aos fármacos. Todavia os descendentes são totalmente susceptíveis [36]. Já a origem genética da resistência aos fármacos, em sua maioria, surge em decorrência de alterações genéticas e os processos subsequentes de seleção pelos antibióticos [35].

Outro mecanismo de resistência, a cromossômica, desenvolve-se em consequência da mutação espontânea em determinado *locus* que controla a susceptibilidade a um determinado antimicrobiano. A presença do mesmo atua como mecanismo seletivo, suprimindo os micro-organismos e favorecendo o crescimento de mutantes resistentes ao fármaco [31]. Os mutantes cromossômicos são mais comumente resistentes devido a uma alteração no receptor estrutural de um fármaco [35].

2.2 Produção de enzimas

A produção da enzima β -lactamase é o principal mecanismo de resistência das bactérias Gram negativas aos agentes β -lactâmicos [11]. Estas enzimas ocorrem predominantemente em *Klebsiella pneumoniae* e *Escherichia coli*, mas podem ser encontradas com menor frequência em outras espécies de Enterobactérias como *Klebsiella oxytoca*, *Enterobacter* spp., *Proteus* spp., *Morganella morganii*, *Salmonella* spp. e *Serratia marcescens* [03].

Até o momento, as β -lactamases de interesse clínico e que apresentam espectro de ação distinto sobre os fármacos β -lactâmicos são quatro: β -lactamase de espectro estendido (ESBL), *Klebsiella pneumoniae* carbapenemase (KPC), metalo- β -lactamase (MBL) e β -lactamase classe C (AmpC) [29].

Um dos mecanismos de resistência em enterobactérias são as produções de ESBLs que são enzimas que possuem o poder de hidrolisar o anel betalactâmico das penicilinas, cefalosporinas e outros antimicrobianos. Em virtude deste mecanismo de resistência, o tratamento de infecções causadas por cepas produtoras de ESBL se torna uma tarefa com um elevado grau de complexibilidade. Somente alguns antibióticos β -lactâmicos conservam sua atividade frente a cepas produtoras de ESBLs [24].

Nos dias de hoje, há evidências de mais de 150 espécies conhecidas de

ESBLs, onde têm causado uma vasta apreensão entre profissionais microbiologistas e infectologistas. A maioria das ESBLs é oriunda das mais antigas β -lactamases tipo TEM-1, TEM-2 e SHV-1, as quais diferem dos seus progenitores por poucos aminoácidos [24][38].

Atualmente, outro mecanismo de resistência alarmante no âmbito hospitalar é a produção de KPC, uma enzima produzida por bactérias Gram-negativas (enterobactérias) o qual apresentam resistência aos antimicrobianos carbapenêmicos, além de inativar penicilinas, cefalosporinas e monobactâmicos. Onde é interessante enfatizar que os antimicrobianos da classe carbapenems são extremamente utilizadas no tratamento de infecções envolvendo enterobactérias multirresistentes [17].

Os testes de sensibilidade disponíveis apresentam limitações na detecção de resistência mediada por estas enzimas [06]. Algumas cepas produtoras de ESBL podem mostrar um baixo nível de resistência que pode não alcançar os limites para determinar resistência *in vitro* e serem reportadas como sensíveis [08]. Esta falsa sensibilidade pode acarretar falha terapêutica quando infecções causadas por estas cepas são tratadas com β -lactâmicos [34].

2.3 Resistência aos antibióticos

Com a disseminação de cepas produtoras de enzimas que degradam antimicrobianos em hospitais de todo o mundo, é necessário conhecer sua frequência em cada área geográfica para desenvolver uma política de terapia empírica em unidades de alto risco, onde os índices de infecção por esses microrganismos são elevados [26][28].

As β -lactamases fazem parte de um grupo de enzimas que possuem a capacidade de inibir a ação dos antibióticos. Um de seus mecanismos de resistência é a degradação dos antimicrobianos β -lactâmicos, que correspondem a uma classe amplamente empregada no tratamento de infecções graves [29].

A classificação das β -lactamases mais utilizada é a de Bush, Jacoby e Medeiros que distingue as enzimas conforme suas preferências pelos substratos e de acordo com seu perfil de inibição (clavulanato e EDTA). Assim, as β -lactamases podem ser divididas em quatro grandes grupos, sendo que alguns tipos específicos são mais comuns entre as enterobactérias. Entre as mais comuns destacam-se as β -lactamases do grupo 1 (Amp C) que são enzimas induzíveis, não inibidas por ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) e ácido clavulânico. Outro grupo de enzimas importantes inclui as β -lactamases do grupo 2b e que se constituem em enzimas com um amplo espectro de ação (β -lactamases de espectro ampliado-ESBL) contra antibióticos de últimas gerações. Essas β -lactamases não são induzidas e são inibidas por ácido clavulânico [11].

A enzima KPC (*Klebsiella pneumoniae* carbapenemase) pertence ao subgrupo 2f e é inibida por ácido clavulânico e tazobactam e possui a habilidade de hidrolisar uma grande variedade de β -lactâmicos como cefalosporinas, penicilinas, aztreonam

e, inclusive, carbapenêmicos. Diferencia-se das demais carbapenemases do grupo 2f por ter a capacidade de hidrolisar cefalosporinas aminotiazoleoxima (cefotaxima), além dos demais compostos já citados, além de ser de origem plasmidial [33].

Outra carbapenemase importante é a MBL, que degrada *in vitro* todos os β -lactâmicos, exceto aztreonam e é inibida por agentes quelantes como o EDTA e o ácido 2-mercaptopropiônico (2-MPA) [46].

As maiores incidências de resistência bactéria em ambientes hospitalares, são ocasionadas por microrganismos Gram negativos produtores de ESBL. Um dos fatores que explica esta elevada disseminação é a ligeira evolução destas enzimas [40].

As ESBLs possuem resistência ao grupo de antibióticos beta-lactâmicos às cefalosporinas de amplo espectro (3^a geração), como a cefotaxima, ceftazidima e ceftriaxona, e também ao aztreonam, um monobactâmico. Isto ocorre pois estas enzimas são codificadas por genes plasmidiais mutantes, especialmente TEM-1 e SHV-1, e são transferidos por conjugação a outros microrganismos [20]. Algumas ESBL podem apresentar sensibilidade quando testadas *in vitro*, porém, *in vivo*, manifesta resistência. O substrato varia entre as diferentes ESBL já descritas. Assim, a sensibilidade a uma única cefalosporinas de espectro ampliado não prediz este resultado a outras cefalosporinas [09].

Com o teste de triagem para detecção de ESBL, o CLSI preconiza diminuição dos halos de inibição para determinados antibióticos (Aztreonam, Ceftazidima, Ceftriaxona, Cefpodoxima e Cefotaxima) para *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella oxytoca* e *Proteus mirabilis* [14]. Neste caso, devem ser feitos testes complementares para confirmar se a bactéria é produtora de ESBL. Como testes confirmatórios pode-se citar: discos combinados (padronizado pelo CLSI), aproximação de disco e diminuição da Concentração Inibitória Mínima (microdiluição em caldo e E-test) [45].

O primeiro relato de microrganismo produtor de ESBL foi explanado na década de 80, na Alemanha, uma cepa de *Klebsiella pneumoniae*. Posteriormente em outros países de outros continentes, os genes codificadores de ESBL mediados por plasmídios foram disseminados para *Escherichia coli* [20]. No Brasil, cepas produtoras de ESBL têm sido relatadas em vários hospitais [10].

A enzima KPC, descoberta nos Estados Unidos em 2001, é predominantemente encontrada em *Klebsiella pneumoniae*, mas já foi reportada em *Enterobacter* sp., *Salmonella* spp. [09] e em *Serratia marcescens* [32]. As cepas KPC podem não apresentar resistência *in vitro* aos carbapenêmicos, sendo necessária a realização de um teste alternativo que indique a presença de carbapenemase. Um teste proposto é o teste de Hodge modificado [25].

3 | CONCLUSÃO

Mesmo com todo avanço da biologia molecular, da biotecnologia e dos estudos de

sequenciamento de genomas, a comunidade científica ainda não tem redes eficientes para acompanhar a ocorrência de bactérias Gram-negativas multirresistentes. A resistência a Enterobactérias, ESBL, KPC entre outras, ainda constituem uma ameaça para os pacientes e instituições de saúde, devido à complexidade de identificação, tratamento e alto índice de mortalidade.

Uma forma viável para conter o alto índice de resistência dos microrganismos aos antibióticos é a diminuição do uso abusivo de antibióticos. Uma medida tomada pelo governo brasileiro, em 5 de maio de 2011, deu um importante passo para restringir o uso descontrolado e exacerbado desses fármacos, ao editar a resolução nº20, da ANVISA, que dispõe sobre prescrição, comercialização e embalagem de antibióticos. A nova resolução mantém, também, as exigências previstas na Resolução RDC nº. 44/2010, quanto à apresentação, retenção e escrituração das receitas contendo medicamentos antimicrobianos.

Quanto à identificação laboratorial destas bactérias, em suma, a triagem fenotípica se dá preferencialmente por meio de antibiograma com discos de cefalosporinas de terceira geração (cefoperazona, cefotaxima, ceftazidima, ceftizoxima, ceftriaxona) e carbapenêmicos (imipenem, meropenem e ertapenem), além do teste de Hodge modificado.

REFERÊNCIAS

- 01 - ABREU TF. **Colonização por *Klebsiella pneumoniae* produtora de β -lactamase de espectro estendido em crianças admitidas na Unidade de Pacientes Internos do Instituto de Puericultura e Pediatria Martagão Gesteira UFRJ.** Departamento de Medicina Preventiva. 2002.
- 02 - ARANDA CMA, TIMANÁ CAD. **Infecciones nosocomiales por bacterias Gram negativas resistentes a cefalosporina de espectro extendido: asociación de dos peligrosos enemigos.** Enfermedades infecciosas y Microbiología volume 22, Nº 4. 2002.
- 03 - BARBOSA, R C.; SILVA, C. M. C; HIZUKA, S. M; CAVASSIN, E. D.; PERUGINI, M R. E. **Beta-lactamase de espectro estendido: prevalência e comparação de métodos de screening.** *Semina: Cio Biol. Saúde*, vol. 20/21, n. 2, p.17-24, 2000.
- 04 - BARRETEAU H, KOVAC A, BONIFACE A, SOVA M, GOBEC S, BLANOT D. **Cytoplasmic steps of peptidoglycan biosynthesis.** *FEMS Microbiol Rev.* 2008:32-168.
- 05 - BARTON LL. **Structural and Functional Relationships in Prokaryotes.** Springer 2005
- 06 - BLATT, J. M. **Mecanismo de resistência e detecção das Betalactamases de espectro ampliado.** *NewsLab*, vol. 40, p. 86-97, 2000.
- 07 - BORTOLUZZI MG. ***Acinetibacter* spp: Uma bacteria multirresistente.** Universidade Luterana do Brasil – ULBRA Carazinho-SP. 2008
- 08 – BRADFORD PA. **Extended-spectrum beta-lactamases in the 21^o century: characterization, epidemiology, and detection of this important resistance threat.** *Clin Microbiol Rev* 2001: 14:933-51

- 09 - BRATU, S. MOOTY, M.; NICHANI, S.; LANDMAN, D.; GULLANS, C.; PETTINATO, B.; KARUMUDI, U.; TOLANEY, P.; QUALE J. Emergence of KPC possessing *Klebsiella pneumoniae* in Brooklyn, New York: epidemiology and recommendations for detection. *Antimicrob Agents Chemother*, vol. 49, p. 3018-20, 2005.
- 10 - BRAOIOS, A. Incidência de *Klebsiella pneumoniae* e *Escherichia coli* produtoras de beta-lactamase de espectro estendido (ESBL) em um hospital universitário. *Colloquium Vitae*, vol. 1, n.2, p. 117-124, 2009.
- 11 - BUSH, K.; JACOBY, G. A; MEDEIROS, A. AA. **Functional classification scheme for Beta-lactamases and its correlation with molecular structure.** *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, p. 1211-1233, 1995.
- 12 – Cassettari VC, Silveira IR, Balsamo AC, Franco F. **Outbreak of extended-spectrum beta-lactamase-producing *Klebsiella pneumoniae* in an intermediate-risk neonatal unit linked to onychomycosis in a healthcare worker.** *J Pediatric (Rio de Janeiro)* 2006; 8:3 13-6.
- 13 - Chen, L., F.; Chopra, T.; Keith S. K. **Pathogens resistant to antibacterial agents.** *Infect Dis Clin North Am.*2009; 23: 817-845.
- 14 - CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS AND INSTITUTE. **Performance standards for antimicrobial susceptibility testing: seventeenth informational supplement.** CLSI document MS 100-S17, Wayne, Pennsylvania. 2009.
- 15 - COTRIM ER, ROCHA RDR, FERREIRA MFR. ***Klebsiella pneumoniae* Carbapenemase-KPC em Enterobacteriaceae: o desafio das bactérias multirresistentes.** Pós em revista 2012.
- 16 - CRAIG L, PIQUE ME, TAINER JA: **Type IV pilus structure and bacterial pathogenicity.** *Nature Ver Microbiol* 2004;2:363
- 17 - DIENSTMANN, R; PICOLI, S. U.; MEYER, G.; SCHENKEL, T.; STEYER, J. **Avaliação fenotípica da enzima *Klebsiella pneumoniae* carbapenemase (KPC) em Enterobacteriaceae de ambiente hospitalar.** *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, vol.46, nº.1, 2010.
- 18 - DOI, Y. POTOSKI, B. A.; ADAMS-HADUCH, J. M.; SIDJABAT, H. E.; PASCULLE, A. W.; PATERSON, D. L. **Simple disk-based method for detection of *Klebsiella pneumoniae* carbapenemase-type betalactamase by use of a boronic acid compound.** *Journal of Clinical Microbiology*, v. 46, p. 4083-4086, 2008.
- 19 - ECONOMOU A, CHRISTIE PJ, FERNANDEZ RC, PALMER T, PLANO GV, PUGSLEY AP. **Secretion by the numbers: Protein traffic in prokaryotes.** *Mol Microbiol* 2006;62:308.
- 20 - EMERY, C. L.; WEYMOUTH, L. A. **Detection and clinical significance of extended-spectrum -lactamases in a tertiary care medical center.** *Journal of Clinical Microbiology*, vol. 35, p.2061-2067, 1997.
- 21 - ERBAY H, YAKIN AN, SERIN S, TURGUT H, TOMATIR E, CETIN B, ZENCIR M. **Nosocomial Infections in intensive care unit in a Turkish university hospital: a 2-year survey.** *Intensive Care Medicine* 2003 Vol 29 Nº 9.
- 22 - Harbarth, S., Samore, M. H. **Antimicrobial resistance determinants and future control.** *Emerg Infect Dis.* 2005; 11 (6): 794-801.
- 23 – Kim YK, Pai H, Lee HJ, Park SE, Choi EH, Kim J. **Bloodstream infections by extended-spectrum beta-lactamase-producing *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* in children: epidemiology and clinical outcome.** *Antimicrob Agents Chemother* 2002; 46: 1481-91.

- 24 - LAGO, A.; FUENTEFRIA, S. R.; FUENTEFRIA, D. B. **Enterobactérias produtoras de ESBL em Passo Fundo, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.** *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, n.43, p. 430-434, 2010.
- 25 - LEE, K.; CHONG, Y.; SHIM, H. B.; KIM, Y. A.; YONG, D.; YUM, J.H. **Modified Hodge and EDTA disk synergy tests to screen metallo-B-lactamase-producing strains of Pseudomonas and Acinetobacter species.** *Microbiology and Infectious Diseases*, vol. 7, p. 88-91, 2001.
- 26 - Livermore, D.M.. **Bacterial resistance: origins, epidemiology, and impact.** *Clin Infect Dis.* 2003; 36 (Suppl 1) : S11-S23.
- 27 - MEAGHER AK. **Pharmacokinetic/pharmacodynamic profile for tigecycline – A new glycylicycline antimicrobial agent.** *Diagnostic Microbiologic Infect Dis* 2005;52:165.
- 28 - Masterton RG, Mifsud AJ, Rao GG; **Hospital Isolation Precautions Working Group.** Review of hospital isolation and infection control precautions. *J Hosp Infect.* 2003;54(3): 171-3.
- 29 - MEYER, G.; PICOLL, S. U. **Fenótipos de betalactamases em Klebsiella pneumoniae de hospital de emergência de Porto Alegre.** *Jornal Brasileiro Patologia Medicina Laboratorial*, v. 47, n. 1, p. 25-31, 2011.
- 30 - NARONINGA N. **Morphogenesis of Escherichia coli.** *Microbiologic Mol Biol Ver* 1998;62:110.
- 31 - NIKAIDO H. **Molecular basis of bacterial outer membrane permeability revisited.** *Microbiol Mol Biol Rev* 2003;67:593.
- 32 - PELOZO, P. F.; BARROS, M. F. L. ; SANTOS, F. A. **Sepse por Serratia marcescens KPC.** *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, vol. 46, nº 5 ,p. 365-367, 2010.
- 33 - QUEENAN, A. M, BUSH, K. **Carbapenemases: the versatile B-lactamses.** *Clinical Microbiology Review*, vol. 20, p. 440-458, 2007.
- 34 - SADER H. S. **Principais problemas de resistência bacteriana encontrados pelo Programa SENTRY no Brasil.** *SENTRY News*, v. 2, p. 1-7, 2000a.
- 35 - SAUVAGE M, KERFF F, TERRAK M, AYALA JA, CHARLIER P: **The penicillinbinding proteins: Structure and role in peptidoglycan biosynthesis.** *FEMS Microbiol Rev* 2008;32:234
- 36 - SCHEFFERS DJ, PINHO MG: **Bacterial cell wall synthesis: New insights from localization studies.** *Microbiol Mol Biol Rev* 2005; 69:585.
- 37 - SCHIMMER T: **General and specific porins from bacterial outer membranes.** *J Struct Biol* 1998;121:101
- 38 - SCHWABER, M. J.; NAVON-VENEZIA, S.; SCHWARTZ, D.; CARMELI, Y. **High levels of antimicrobial coreistance among extended-spectrum-β-lactamase-producing Enterobacteriaceae.** *Antimicrobial Agents Chemotherapy*, vol. 49, p. 2137-2139, 2005.
- 39 - SONENSHEIN AL, HOCH JA, LOSICK R. **Bacillus subtilis and Its Closest Relatives.** From Genes to Cells American Society for Microbiology. Ilustrada. AMS Press, Washington, D. C. 2002, 629 p.
- 40 - STÜRENBERG, E.; MACK, D. **Extended-spectrum β-lactamases: implications for the clinical microbiology laboratory, therapy, and infection control.** *Journal of Infection*, vol. 47, p. 273-95, 2003.

- 41 - TAFUR JD, TORRES JA, VILLEGAS MV. **Mecanismos de Resistencia a los antibióticos en bacterias Gram negativas**. Centro Internacional de Entrenamiento e Investigaciones Médicas, Vol 12 N°3, 2008.
- 42- VAARA M: **Agents that increase the permeability of the outer membrane**. *Microbiol Ver* 1992;56:395.
- 43 - VOLLMER W, BLANOT D, DE PEDRO MA. **Peptidoglycan structure and architecture**. *FEMS Microbiol Rev* 2008; 32:149.
- 44 - WHITTAKER CJ, KLIER CM, KOLENBRANDER PE: **Mechanisms of adhesion by oral bacteria**. *Annu Rev Microbiol* 1996;50:513
- 45 - WIEGAND, I.; GEISS, H. K.; MACK, D.; STURENBURG, E.; SEIFERT, H. **Detection of extended spectrum beta-lactamase among *Enterobacteriaceae* by using of semiautomated microbiology systems and manual detection procedures**. *Journal of Clinical Microbiology*, vol. 45, p. 1167-1174, 2007.
- 46 - YONG, D.; LEE, K.,; YUM, J. H.; SHIN, H. B.; ROSSOLINI, G. M.; CHONG, Y. **Imipenem-EDTA disk method for differentiation of metallo- β -lactamase-producing clinical isolates of *Pseudomonas* spp. and *Acinetobacter* spp**. *Journal of Clinical Microbiology*, v. 40, p. 3798-801, 2002.

RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE MAMONA À *Fusarium oxysporum f.sp. ricini*

Zilda Cristina Malheiros Lima

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - *Campus* Guanambi.

Guanambi – Bahia

Suane Coutinho Cardoso

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - *Campus* Guanambi.

Guanambi – Bahia

Leandro Santos Peixoto

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - *Campus* Guanambi.

Guanambi – Bahia.

Lucas Barbosa de Oliveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - *Campus* Guanambi.

Guanambi – Bahia.

Wesley Santana Fernandes

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - *Campus* Guanambi.

Guanambi – Bahia.

Marineide Ferreira de Almeida

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - *Campus* Guanambi.

Guanambi – Bahia.

RESUMO: A mamoneira é considerada uma planta rústica e resistente a seca, porém essa cultura é afetada por várias doenças, dentre elas a murcha de *Fusarium*, uma doença sistêmica causada pelo fungo *Fusarium oxysporum*

f.sp. ricini (*For*) que possui como única estratégia viável de controle o uso de cultivares resistentes. Diante disso, esse trabalho teve como objetivo avaliar os níveis de resistência de sete cultivares de mamona a *For*. Plântulas de cada cultivar, pré-emergidas em vermiculita, foram transplantadas para recipientes de 500 mL contendo substrato de cultivo, previamente esterilizado e incorporado o inóculo de *For* na proporção 1×10^6 . O delineamento experimental utilizado foi inteiramente aleatorizado com 10 repetições por cultivar, sendo considerada uma planta por parcela. Como testemunha, utilizou-se quatro plantas de cada cultivar sem inoculação. Avaliou-se os sintomas da doença a partir do 8º dia após o transplante, a cada 48h por 30 dias, utilizando uma escala de notas. A partir da intensidade e frequência das notas obtidas calculou-se o índice de intensidade da doença (IID) e a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). As cultivares BRS Nordestina e MPA 11 foram as que apresentaram maiores valores de AACPD e as variedades IAC 2028 e IAC 226 foram as que apresentaram menos sintomas. Diante dos resultados encontrados, concluiu-se que as cultivares BRS Nordestina e MPA 11 são as que apresentam maior suscetibilidade à murcha de *Fusarium* e as variedades IAC 2028 e IAC 226 foram consideradas promissoras para resistência a *For*.

PALAVRAS-CHAVE: *Ricinus communis*, murcha vascular, fusariose.

ABSTRACT: The castor bean is considered a rustic and resistant to drought, however this crop is affected by several diseases, among them *Fusarium* wilt, a systemic disease caused by the fungus *Fusarium oxysporum* f.sp. *ricini* (*For*), which has as its only viable control strategy the use of resistant cultivars. Faced with this, this work aims to evaluate the resistance levels of seven cultivars from castor bean to *For*. Seedlings of each cultivar, pre-emerged in vermiculite, were transplanted into 500 mL containers containing cultivation substrate, previously sterilized and incorporated the *For* inoculum in the proportion 1×10^6 . The experimental design was completely randomized with 10 replicates per cultivar, being considered one plant per parcel. As a witness, four plants of each cultivar were used without inoculation. The symptoms of the disease were evaluated from the 8th day after transplantation, every 48h for 30 days, using a scale of grades. From the intensity and frequency of the obtained notes, the disease intensity index (IID) and the area below the disease progress curve (AACPD) were calculated. The cultivars BRS Nordestina and MPA 11 presented the highest AACPD values and the varieties IAC 2028 and IAC 226 were the ones presented any less symptoms. In view of the results found, it was concluded that the cultivars BRS Nordestina and MPA 11 are those that are most susceptible to *Fusarium* wilt and the varieties IAC 2028 and IAC 226 were considered promising for resistance to *For*.

KEYWORDS: *Ricinus communis*, vascular wilt, fusariosis.

1 | INTRODUÇÃO

A mamona (*Ricinus communis* L.) é uma euforbiácea com origem em clima tropical, sendo cultivada desde a latitude 40° Norte até 40° Sul (BALDWIN; COSSAR, 2009). Devido a sua grande capacidade de adaptação, a mamoneira pode ser cultivada em quase todo território brasileiro (Zuchi et al., 2010). Tendo em 2017 uma produção de 19,9 mil/toneladas em uma área de 39,4 mil/ha com produtividade média de 504 kg/ha, se destacando a região Nordeste como a maior produtora nacional e o Estado da Bahia como o maior produtor do país, responsável por 92,34 % de toda a produção com 18,360 mil toneladas produzidas. Seguido pelos estados do Mato Grosso e Ceará, que são responsáveis por 2,766% e 2,756% respectivamente, da produção brasileira (IBGE, 2017). O seu óleo se destaca devido às suas inúmeras aplicações desde a utilização no processo industrial de medicamentos, até a produção de plástico fibras sintéticas, tintas, esmaltes e próteses ósseas (SOUZA et al., 2009). Em razão de sua importância, a mamoneira é uma oleaginosa que possui elevado valor do ponto de vista socioeconômico além de apresentar elevada potencialidade para a fabricação de biodiesel (PEIXOTO et al., 2010; SILVA et al., 2011), é também uma alternativa de renda, principalmente para região Nordeste (CÉSAR e BATALHA, 2010; MUBOFU, 2016). Atuando como uma importante estratégia de convívio com o

semiárido (BABITA et al., 2010).

Porém, mesmo sendo uma planta rústica, com grande capacidade de adaptação a diferentes climas e solo, a mamoneira é afetada por muitas doenças, dentre elas a murcha de *Fusarium*. A murcha de *Fusarium* ou fusariose, causada pelo fungo *F. oxysporum* f. sp. *ricini*, é considerada uma das mais graves doenças devido seu aspecto destrutivo. Ocorre em todas as regiões onde se cultiva mamona no Brasil. Em condições favoráveis, o fungo pode provocar a morte de plantas de variedades suscetíveis. As plantas doentes geralmente aparecem em reboleiras e os sintomas são murcha total ou parcial da planta, folhas com áreas irregulares de coloração amarela, que evoluem para necrose, podendo induzir à queda das folhas. Frequentemente esses sintomas aparecem em apenas uma parte da planta, correspondente aos vasos obstruídos. Cortando-se longitudinalmente as raízes ou caules afetados, observa-se um sintoma característico da doença, que é o escurecimento dos vasos, devido a colonização do patógeno (MASSOLA e BEDENDO, 2005; UENO, 2007).

Por ser uma doença vascular, em que não há controle químico para a erradicação da doença, utiliza-se medidas preventivas, tais como mudas saudáveis e o uso de variedades resistentes, que tem se mostrado uma medida de elevado potencial no controle dessa doença, pois além de eficiente, não agride o meio ambiente (MATOS e CABRAL, 2005).

Existem pouquíssimos estudos no Brasil sobre níveis de resistência de cultivares de mamona a patógenos, como o fungo causador da murcha de *Fusarium* na mamoneira. E essas informações são importantíssimas para os programas de melhoramento genético da cultura, que além de buscar obter genótipos mais produtivos, precoces, indeiscentes, de porte médio/baixo adaptados à colheita mecânica, com alto teor de óleo, necessitam, que tenham elevado nível de resistência às principais doenças que ocorrem nas regiões produtoras do país (KIIHL, 2006).

Costa et al. (2012) avaliando-se 15 genótipos de mamoneira quanto a resistência a *For*, observaram que apenas o genótipo BRA 3182 foi considerado como altamente resistente, todos os demais genótipos avaliados foram considerados suscetíveis ao *Fusarium*. De acordo com esses autores, com a identificação deste genótipo será possível direcionar o programa de melhoramento de forma a realizar cruzamentos visando um melhor entendimento da herança da resistência a este patógeno e possibilitando assim a incorporação desta resistência em outras linhagens de mamoneira que apresentem características agronomicamente desejáveis.

Considerando esses aspectos esse trabalho teve como objetivo avaliar níveis de resistência de sete cultivares de mamona ao *Fusarium oxysporum* f. sp. *ricini*, agente causador da murcha de *Fusarium*, a fim de obter uma caracterização dos níveis de resistência a esse patógeno.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia e na Casa de Vegetação do IFBaiano - Campus Guanambi, Distrito de Ceraima, Guanambi, BA. O município de Guanambi está situado na região Sudoeste da Bahia, sob as coordenadas geográficas de 14° 13' de latitude sul e 42° 46' de longitude oeste, com altitude de 525 m e apresenta clima semiárido. Utilizou-se sete cultivares de mamona, sendo: três oriundas o Instituto Agrônômico de Campinas (IAC) denominadas de IAC 2028, IAC 226 e IAC Guarani; três oriundas da Embrapa Algodão (Embrapa CNPA) denominadas de BRS Nordestina, BRS Paraguaçu e BRS Energia e uma da antiga Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA) denominada de MPA11. Os isolados de *F. oxysporum* f.sp. *ricini* (For) utilizados no experimento, foram cedidos pela Coleção de Culturas de Fungos Fitopatogênicos "Professora Maria Menezes" – CMM, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, sendo identificados como CMM-800 e CMM-801, e foram isolados obtidos da cidade de Irecê-Bahia.

As sementes das cultivares de mamona foram desinfestadas superficialmente por meio de imersão por 2 minutos em uma solução de Hipoclorito de Sódio a 1%, e posteriormente lavadas em água corrente por mais 2 minutos. Após a desinfestação as sementes foram semeadas em bandejas de plástico, contendo vermiculita esterilizada em autoclave por uma hora. Oito dias após a germinação, as plântulas foram transplantadas para os recipientes de 500mL contendo o substrato de cultivo, previamente autoclavado por uma hora por dois dias consecutivos a 120°C, composto por uma mistura de turfa e vermiculita na proporção de 3:1, inoculado previamente por uma suspensão de esporos na concentração de 1×10^6 . Como testemunha, plântulas foram transplantadas para recipientes contendo o substrato esterilizado sem a incorporação do inóculo (Figura 1).



Figura 1: Semeadura das sementes de mamona em Vermiculita (A); Transplântio das plântulas (B) para o substrato de cultivo composto por uma formulação 3:1 de turfa e vermiculita (C).

Os isolados de *Fusarium* foram repicados para placas de Petri contendo o meio de cultura BSA (Batata-Sacarose-Ágar), e mantidos em temperatura ambiente por sete dias. Para o preparo do inóculo adicionou-se 4 ml de água destilada na placa contendo o isolado CMM-800 e com auxílio da alça de Drigalski esfregou-se levemente o meio contendo o crescimento micelial para a remoção dos esporos (Figura 2). Em seguida, retirou-se o líquido resultante do esfregaço, utilizando uma pipeta automática. O mesmo procedimento foi repetido para o isolado CMM-801. Após a obtenção de uma mistura de 350 mL dos dois isolados, realizou-se a quantificação de esporos em microscópio, utilizando um Hemacitômetro tipo Neubauer. Para tanto, retirou-se aproximadamente 500 microlitros da solução e colocou-se no centro do Hemacitômetro, composto por uma lâmina retangular em forma de H dividida em compartimentos (A, B e C) e subcompartimentos (a, b e c). Posteriormente, colocou-se uma lamínula sobre a solução, e utilizando a lente de 60 vezes, foi possível quantificar os esporos no compartimento A, onde foram contados os esporos em formato de foice, típico de *Fusarium*. Após a contagem, realizou-se a diluição do inóculo, com água destilada esterilizada, para a concentração de 1×10^6 esporos por mL, e em seguida, adicionou-se aos vasos contendo substrato de cultivo composto por turfa e vermiculita, 10 mL da solução de inóculo (Figura 3).

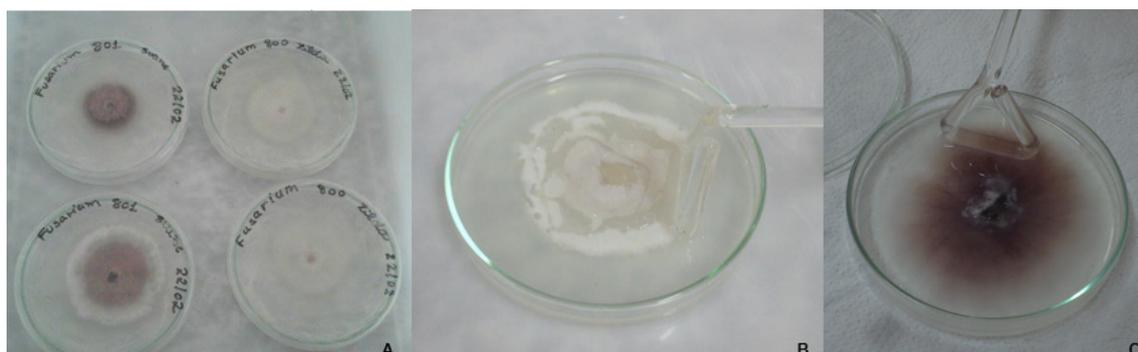


Figura 2: Isolados de For CMM-800 e CMM-801 (A); Adição de água destilada e remoção dos esporos com o auxílio da alça de Drigalski (B e C).



Figura 3: Remoção da suspensão de esporos com o auxílio de uma pipeta automática (A); Solução de *For* na concentração de 1×10^6 esporos por mL (B).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente aleatorizado com 10 repetições por tratamento (7 cultivares), sendo uma planta por parcela. Como testemunha, adicionalmente, utilizou-se quatro plantas de cada cultivar não inoculadas (Figura 4). Para avaliação dos sintomas da fusariose utilizou-se uma escala de notas descritivo-diagramática de Machado et al. (2009) adaptada por Costa (2012), com modificações, composta por cinco notas, variando de 0 a 4, sendo 0-planta sem sintomas, 1-início de amarelecimento das folhas cotiledonares, 2-início da murcha das folhas cotiledonares, porém caule ainda verde, 3-murcha total das folhas cotiledonares, início da murcha e/ou escurecimento das nervuras, e 4-planta morta, (Figura 5). As avaliações foram realizadas, individualmente em cada uma das 10 plantas das sete cultivares avaliadas, a partir do 8º dia após o transplante, em intervalos de 48 horas por 30 dias consecutivos. A partir da intensidade e frequência das notas obtidas para cada cultivar, calculou-se o índice de intensidade da doença (IID) e a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Com base no IID e na AACPD caracterizou-se as cultivares com relação ao nível de resistência a *For*. As análises estatísticas dos dados foram realizadas pelo programa R e utilizou-se os dados de AACPD para comparação de médias por meio do teste Scott-Knott.



Figura 4: Vista geral do experimento.



Figura 5: Evolução dos sintomas de Murcha de *Fusarium*: 0 - Planta sem sintoma (A); 1 - Início do amarelecimento das folhas cotiledonares (B); 2 - Início da murcha das folhas cotiledonares, porém caule ainda verde (C); 3 - Murcha total das folhas cotiledonares, início da murcha e/ou escurecimento das nervuras (D); e 4 - Planta morta (E).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os primeiros sintomas de murcha de *Fusarium* surgiram com oito dias após transplante, nas variedades MPA 11, BRS Paraguaçu e IAC 2028. As cultivares BRS Nordestina e MPA 11 foram as que apresentaram mais sintomas e conseqüentemente maiores Áreas Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), sendo consideradas dentre as variedades estudadas, as mais suscetíveis a murcha de *Fusarium*. Apesar de não diferirem estatisticamente quanto a AACPD, as variedades IAC 2028 e IAC 226 foram as que apresentaram menos sintomas, sendo consideradas promissoras para resistência a *For* (Tabela 1).

Cultivares	Média da AACPD
BRS Nordestina	68,20 b
MPA 11	64,70 b
IAC Guarani	50,55 a
BRS Paraguaçu	43,70 a
BRS Energia	43,06 a
IAC 2028	33,28 a
IAC 226	25,05 a

Tabela 1 – Médias das Áreas Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) de sete cultivares de mamona inoculada com *Fusarium oxysporum* f.sp. *ricini*, Guanambi-Ba, 2016.

Média seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Sott-Knott a 5% de probabilidade.

Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Costa (2012), no qual, em estudos de resistência de cultivares de mamona a *For*, considerou a cultivar IAC 2028 como moderadamente suscetível e a variedade IAC Guarani como moderadamente resistente.

Os resultados obtidos neste estudo, comprovam a variabilidade existente para a resistência da mamoneira a *For*. Embora a maioria, dos genótipos avaliados, tenha sido considerada suscetível ao patógeno, foi possível identificar genótipos promissores para a resistência a *For*, de forma que os mesmos poderão vir a ser usados em cruzamentos futuros visando à incorporação dessa resistência em genótipos com características agronômicas desejáveis ou linhagens avançadas. Entretanto, é necessário estudos mais abrangentes, utilizando-se isolados provenientes de outras regiões do país onde se cultiva a mamoneira, pois, segundo Agrios (2005) existem subpopulações do patógeno adaptadas a diferentes condições climáticas ou capazes de suplantando determinados genes de resistência das plantas hospedeiras. Tal fenômeno é principalmente mais frequente quando o monocultivo é sucessivo, devido às pressões de seleção exercida sobre a população do patógeno.

4 | CONCLUSÕES

As cultivares BRS Nordestina e MPA 11 são as que apresentam maior suscetibilidade a murcha de *Fusarium*.

As variedades IAC 2028 e IAC 226 são as que apresentam menos sintomas, sendo consideradas promissoras para resistência a *For*.

REFERÊNCIAS

AGRIOS, G.N. **Plant Pathology**. Burlington. Elsevier Academic Press, 2005. 922 p.

BABITA, M., MAHESWARI, M., RAO, L. M., A. K., SHANKER, RAO, A. K., & RAO, D. G. (2010). **Osmotic adjustment, drought tolerance and yield in castor (*Ricinus communis L.*) hybrids**. *Environmental and Experimental Botanic*, 69, 243- 249.

BALDWIN, B. S., COSSAR, R. D. **Castor yield in response to planting date at four locations in the south-central United States**. *Industrial Crops production from castor oil and Products*. v. 29, p. 316–319 2009.

CÉSAR, A. da S.; BATALHA, M. O. **Biodiesel in Brazil: a difficult reality**. *Energy Policy*, v. 38, p. 4031-4039, Mar. 2010.

COSTA, R.V.S. **Avaliação de genótipos de mamoneira quanto a resistência a *Fusarium oxysporum f.sp. ricini*, agente causal da murcha de fusário**. Lagoa Seca. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Estadual da Paraíba, 2012, 45p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017). Disponível em: < http://www.agricultura.mg.gov.br/images/Arq_Relatorios/Agricultura/2017/Fev/perfil_mamona_fev_2017.pdf>. Acesso em 24

de Fevereiro de 2019.

KIIHL, T.A.M. **Doenças em mamona (*Ricinus communis* L.)**. Pesquisa & Tecnologia, vol. 3, n.1, 2006. Disponível em: < http://www.apta regional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2006/2006-janeiro-junho/215-doencas-em-mamona-ricinus-communis-l/file.html?force_download=1 >. Acesso em: 24 de Fevereiro de 2019.

MACHADO, L.P. et al. **Um método simples e rápido de seleção a murcha de fusário em genótipos de algodoeiro**. Tropical Plant Pathology, v.34, n.1, p.51-55, 2009.

MASSOLA Jr., N.S.; BENDENDO, I.P. **Doenças da Mamoneira (*Ricinus communis*)**. In: KIMATI, H. et al. (Eds.). Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v.2, p.445-447.

MATOS, A. P.; CABRAL, J. R. S. **Manejo integrado da fusariose do abacaxizeiro**. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 2005. 2p. (Embrapa-CNPMPF, Abacaxi em Foco n. 32).

MUBOFU, E. B. **Castor oil as a potential renewable resource for the production of functional materials**. Sustainable Chemical Processes, v. 4, n. 11, Jul. 2016.

PEIXOTO, C. P.; LIMA, J. F. de; SILVA, V.; BORGES, V. P.; MACHADO, G. da S. **Índices fisiológicos de cultivares de mamoneira nas condições agroecológicas do recôncavo baiano**. Magistral, Cruz das Almas-BA, v. 22, n. 3,4 p. 168-177, jul./dez., 2010.

SILVA, V; LIMA, J. F de; PEIXOTO. C. P.; PEIXOTO, M. de F. da S. P.; LEDO. C. A. da S. **Desenvolvimento de cultivares de *Ricinus communis* L. no Recôncavo Baiano**. Magistra, Cruz das Almas, v. 23, n. 1-2, p. 25-31, jan./jun., 2011.

SOUZA, K. S.; OLIVEIRA, F. A.; GUEDES FILHO, D. H.; BRITO NETO, J. F. **Avaliação dos componentes de produção da mamoneira em função de doses de calcário e fósforo**. Revista Caatinga, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 116-122, 2009.

UENO, B. **Manejo integrado de doenças da mamona**. Embrapa Clima Temperado, Sistemas de Produção, 11, Versão Eletrônica, Novembro/2007. Disponível em:<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/745129/1/documento149.pdf>> Acesso em: 24 de Fevereiro de 2019.

ZUCHI, J.; BEVILAQUA, G.A.P.; ZANUNCIO, J.C.; PESKE, S.T.; SILVA, S. D A.; SEDIYAMA, S.C.S. **Características agrônômicas de cultivares de mamona em função do local de cultivo e da época de semeadura no Rio Grande do Sul**. Ciência Rural, v.40, n.3, p.501-506, Santa Maria, 2010.

RIZÓBIOS DE LEGUMINOSAS DA CAATINGA NODULAM E PROMOVEM O CRESCIMENTO DE FEIJÃO-CAUPI

Jéssica Moreira da Silva Souza

Universidade Federal de Alagoas, *Campus*
Arapiraca, Arapiraca - Alagoas

Ana Jéssica Gomes Guabiraba

Universidade Federal de Alagoas, *Campus*
Arapiraca, Arapiraca - Alagoas

José Wilisson Ferreira dos Santos

Universidade Federal de Alagoas, *Campus*
Arapiraca, Arapiraca - Alagoas

José Vieira Silva

Universidade Federal de Alagoas, *Campus*
Arapiraca, Arapiraca - Alagoas

Flávia Barros Prado Moura

Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde,
Universidade Federal de Alagoas, *Campus* A. C.
Simões, Maceió - Alagoas

Jakson Leite

Universidade Federal de Alagoas, *Campus*
Arapiraca, Arapiraca - Alagoas

RESUMO: Os rizóbios dos solos de Caatinga que nodulam leguminosas nativas podem apresentar potencial para uso no setor agrícola. O objetivo desse trabalho foi avaliar a capacidade do feijão-caupi em estabelecer simbiose com rizóbios de solos da Caatinga isolados de leguminosas nativas. Uma coleção de 126 bactérias isoladas de nódulos de leguminosas da Caatinga foi testada quanto à capacidade de nodular feijão-caupi em substrato estéril. Posteriormente, 30 rizóbios foram avaliados quanto à capacidade

de promover o crescimento de feijão-caupi em solo não autoclavado. Um tratamento em que as plantas foram adubadas com nitrogênio mineral na forma de nitrato de amônia (50 kg ha⁻¹) foi adicionado como referência. O experimento ocorreu em casa de vegetação em blocos ao acaso com três repetições. A massa seca da parte aérea (MSPA) e o índice SPAD foram determinados aos 35 dias após a emergência. Das 126 bactérias testadas, 94 nodularam o feijão-caupi, destas, 49 são bactérias isoladas de nódulos de *Chloroleucon dumosum* e 45 de três espécies de *Stylosanthes*. Esse resultado confirma a capacidade de feijão-caupi nodular com rizóbios de solos da Caatinga e que não foram originalmente isolados da própria planta. Dos 30 rizóbios avaliados, 25 promoveram a MSPA semelhante ao tratamento nitrogenado e 18 promoveram índice SPAD superior ao tratamento referência. Combinando os resultados, foi identificado 13 isolados que promoveram ambos MPAS e índice SPAD, sendo 10 isolados vindos de nódulos de *C. dumosum* e 6 de nódulos *Stylosanthes* spp., mostrando que feijão-caupi nodula de forma eficiente com rizóbios de leguminosas da Caatinga.

PLAVRAS-CHAVE: Bactérias, Fixação Biológica de Nitrogênio, *Vigna unguiculata*.

ABSTRACT: Rhizobia from Caatinga soils that nodulate native legumes may present potential

for use in the agricultural. The aim of this study was to evaluate the ability of cowpea to establish symbiosis with rhizobia from Caatinga soils isolated from native legumes. A collection of 126 bacteria isolated from nodules of Caatinga legumes was tested for the ability to nodulate cowpea on sterile substrate. Subsequently, 30 rhizobia were evaluated for the ability to promote cowpea growth non-sterile soil. Plants fertilized with mineral nitrogen (50 kg ha⁻¹) were added as reference treatment. The experiment was carried out in a greenhouse in randomized blocks with three replicates. shoot dry mass (SDM) and SPAD index were determined 35 days after emergence. From the 126 bacteria tested, 94 nodulated cowpea: which 49 isolated from *Chloroleucon dumosum* nodules and 45 from nodules of three *Stylosanthes* species. This result confirms the capacity of cowpea to nodulated with rhizobia from Caatinga soils that were not originally isolated from the cowpea plants. Twenty five out 30 rhizobia promoted MSPA similar to nitrogen treatment and 18 promoted SPAD index higher than the reference treatment. Combining the results, we identified 13 isolates that promoted both MPAS and SPAD index, 10 of which were isolated from *C. dumosum* nodules and 6 from *Stylosanthes* nodules, showing that cowpea efficiently nodulates with Caatinga legumes rhizobia.

KEYWORDS: Bacteria, Biological Fixation Nitrogen, *Vigna unguiculata*.

1 | INTRODUÇÃO

O solo é um ambiente heterogêneo formado por diversos compartimentos que promovem o estabelecimento de diversas formas de vida, sendo um dos maiores reservatórios de biodiversidade microbiana (Maron et al., 2011). Bakshi e Varma (2011) afirmam que a fertilidade e qualidade dos solos estão relacionadas principalmente com a quantidade e diversidade dos grupos de microrganismos que os habitam. Exemplos desses grupos são os microrganismos envolvidos no ciclo do carbono e nitrogênio (Torsvik e Øvreås, 2002).

Dentre as relações ecológicas que ocorrem abaixo do nível do solo, a simbiose entre bactérias fixadoras de nitrogênio e plantas leguminosas promove a entrada de nitrogênio nos ecossistemas (Freitas et al., 2011). A fixação biológica de nitrogênio atua como mecanismos de promoção do crescimento da planta, proporcionada pelas bactérias do solo. Essa interação simbiótica pode ser usada em benefício de uma agricultura mais sustentável, de menor impacto ambiental e em menor custo (James e Baldani, 2012). A simbiose entre leguminosas e as bactérias fixadoras de nitrogênio opera a fixação biológica de nitrogênio (FBN) de modo eficiente, fixando quantidades significativas de N (Freitas et al., 2010, 2011). Nas leguminosas, as bactérias que fixam o N são coletivamente chamadas de rizóbios (Moreira e Siqueira, 2006).

A alta frequência e diversidade de leguminosas na Caatinga (Queiroz, 2006) podem estar estimulando a manutenção de populações de rizóbios diversas, tornando os solos desse bioma um reservatório importante para prospecção de bactérias fixadoras de nitrogênio. Estas populações podem abrigar rizóbios com potencial para

promover o desenvolvimento de plantas de interesse agrícola típicas dos sistemas de cultivo na região semiárida, como os cultivos de feijão-caupi, pois estas bactérias estão adaptadas às condições edafoclimáticas.

As leguminosas podem apresentar padrões simbióticos semelhantes, em que duas ou mais espécies podem nodular e fixar nitrogênio com os mesmos tipos de rizóbios (Santos et al., 2005). Os rizóbios simbiotes de leguminosas da Caatinga podem possuir traços fisiológicos interessantes para o uso em sistemas agrícolas, como por exemplo, resistência a oscilações de temperatura ou crescimento em rizosfera com baixa disponibilidade de água. Esses traços são interessantes para bactérias aplicadas em sistemas de cultivos agrícolas depende de chuvas, como o que ocorre das lavouras de feijão-caupi. No entanto, pouco se sabe sobre a capacidade de rizóbios simbiotes de leguminosas da Caatinga em nodular e promover o desenvolvimento de leguminosas de interesse agrícola.

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho, foi avaliado o potencial de rizóbios isolados de solos da Caatinga em nodular e promover o desenvolvimento de plantas de feijão-caupi, uma espécie de interesse agrícola.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Teste de Nodulação

O trabalho foi realizado em laboratório e em casa de vegetação na Universidade Federal de Alagoas – *Campus* Arapiraca. Para início das atividades uma coleção de bactérias previamente isoladas de nódulos de leguminosas da Caatinga foi avaliada quanto à capacidade de nodular feijão caupi (*Vigna unguiculata* (.L) Walp). O teste foi realizado em feijão-caupi por ser uma leguminosa com ampla capacidade de nodular com diferentes tipos de rizóbios (Leite, 2015) e por ser uma cultura de interesse agrícola. A coleção corresponde a um total de 126 isolados dos quais 67 foram obtidos de nódulos de *Chloroleucon dumosum* e 59 de nódulos de três espécies de *Stylosanthes* spp (18 de *S. hamata*, 18 de *S. scabra* e 23 de *S. viscosa*). As sementes de feijão-caupi foram desinfestadas em álcool (70%) durante 1 minuto, em seguida com hipoclorito de sódio (2%) por 5 minutos e, então, lavadas cinco vezes com água destilada e autoclavada. Em seguida foi realizada a semeadura de quatro sementes em potes plásticos com capacidade para 300 mL contendo vermiculita estéril (1 atm, 120 °C, 40 minutos). Os potes haviam sido previamente desinfestados em luz ultravioleta (UV) por 30 minutos. Na semeadura, as sementes foram inoculadas com 1 mL de 10⁹ células da bactéria. Três dias após a emergência das plantas foi feito o desbaste deixando duas plantas por pote. Cada isolado correspondeu a um tratamento. Um tratamento controle sem inoculação foi adicionado para verificar a existência de contaminação no experimento. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso com duas repetições. As plantas foram irrigadas três vezes por semana com água autoclavada e

solução nutritiva de Norris isenta de N (Vincent, 1970). Aos 15 dias após a germinação as plantas foram coletadas. Nesse período o feijão-caupi já possui nódulos formados e fixando. No momento da coleta foi feita a avaliação qualitativa dos resultados, verificando a presença (+, capacidade de nodular) ou a ausência (-, sem capacidade de nodular) de nódulos nas raízes.

2.2 Promoção ea Nodulação e Desenvolvimento de Feijão-Caupi em Solo não Estéril

Nessa fase, 30 bactérias de crescimento lento foram avaliadas quanto ao potencial de promover a nodulação e o desenvolvimento da parte aérea de plantas de feijão-caupi. O experimento foi conduzido em casa de vegetação em vasos tipo Leonard (Vincent, 1970). A parte de cima dos vasos foi preenchida com amostra do horizonte A de um Argissolo Vermelho distrófico. O solo utilizado não foi esterilizado. Os isolados foram crescidos em meio YM (Vincent, 1970) e 1 mL do crescimento bacteriano (10^9 células/mL) foi inoculado na semente da leguminosa. Cada isolado correspondeu a um tratamento. Foram incluídos dois tratamentos controle sem inoculação e com adubação com nitrogênio mineral equivalente a 50 Kg ha^{-1} de N na forma nitrato de amônia (NO_3NH_4). O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com quatro repetições. Aos 45 dias após a emergência foram determinadas as variáveis: número de nódulos, massa seca dos nódulos, intensidade de verde (índice SPAD) e massa seca da parte aérea. A análise da distribuição normal dos dados foi feita aplicando o teste de Shapiro-Wilk e a análise de variância (ANOVA) foi realizada aplicando o teste F ($p < 0,05$). Quando identificadas diferenças significativas, as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). As análises estatísticas foram feitas usando o programa estatístico livre SISVAR (Ferreira, 2011).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 126 bactérias obtidas dos nódulos de leguminosas da Caatinga, 94 foram capazes de nodular o feijão-caupi, sendo 49 isoladas de nódulos de *Choroleucon dumosum* e 45 de nódulos de *Stylosanthes* spp. Este resultado confirma a existência de rizóbios em solos de Caatinga compatíveis com feijão-caupi, portanto, esses solos representam uma fonte natural de novas estirpes bacterianas com potencial uso biotecnológico na agricultura.

Os isolados avaliados representaram diferentes fenótipos de crescimento em meio de cultura YMA (Vincent, 1970) (Figura 1). A coleção de bactérias isoladas de *C. dumosum* foi representada por cinco fenótipos de crescimento (RA, RN, IAI, LN e LAI. Figura 1). Em todos os grupos fenotípicos ocorreu a existência de bactérias capazes de nodular feijão-caupi. Na coleção obtida das espécies de *Stylosanthes*, os 59 isolados testados representaram sete tipos fenotípicos de crescimento (RA, RN,

RAI, IN, IAI, LN e LAI. Figura 1). Todos os isolados de crescimento lento foram capazes de nodular feijão-caupi.

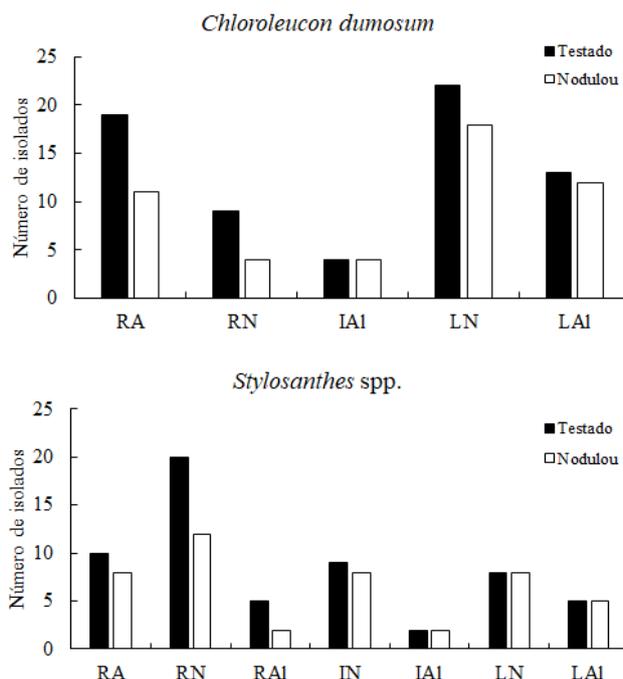


Figura 1. Número de isolados obtidos de nódulos de *Chloroleucon dumosum* e de espécies de *Stylosanthes* que nodularam *Vigna unguiculata* segundo os grupos de crescimento em meio YMA. RA: rápido e ácido, RN: rápido e neutro, RAI: rápido e alcalino, IN: intermediário e neutro, IAI: intermediário e alcalino, LN: lento e neutro e LAI: lento e alcalino.

O feijão-caupi possui habilidade de formar simbiose com diversos tipos fenotípicos de rizóbios. No entanto, essa cultura tem preferência por rizóbio de crescimento lento. Devido à alta ocorrência de rizóbios de crescimento lento na coleção de bactérias isoladas de nódulos de *C. dumosum* e das espécies de *Stylosanthes* (*S. hamata*, *S. scabra* e *S. viscosa*), 30 bactérias representantes dos grupos de crescimento lento foram avaliadas quanto capacidade de promover a nodulação e crescimento de feijão-caupi solo não estéril.

Os rizóbios obtidos dos nódulos de leguminosas nativas da Caatinga mostraram variabilidade para nodulação em feijão-caupi, sendo que todos os isolados promoveram aumento no número e massa seca dos nódulos (Figura 2). A variabilidade na nodulação nas plantas de feijão-caupi inoculadas com os rizóbios isolados de nódulos de leguminosas da Caatinga resultou na formação de cinco grupos (A, B, C, D e E) estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) (Figura 2).

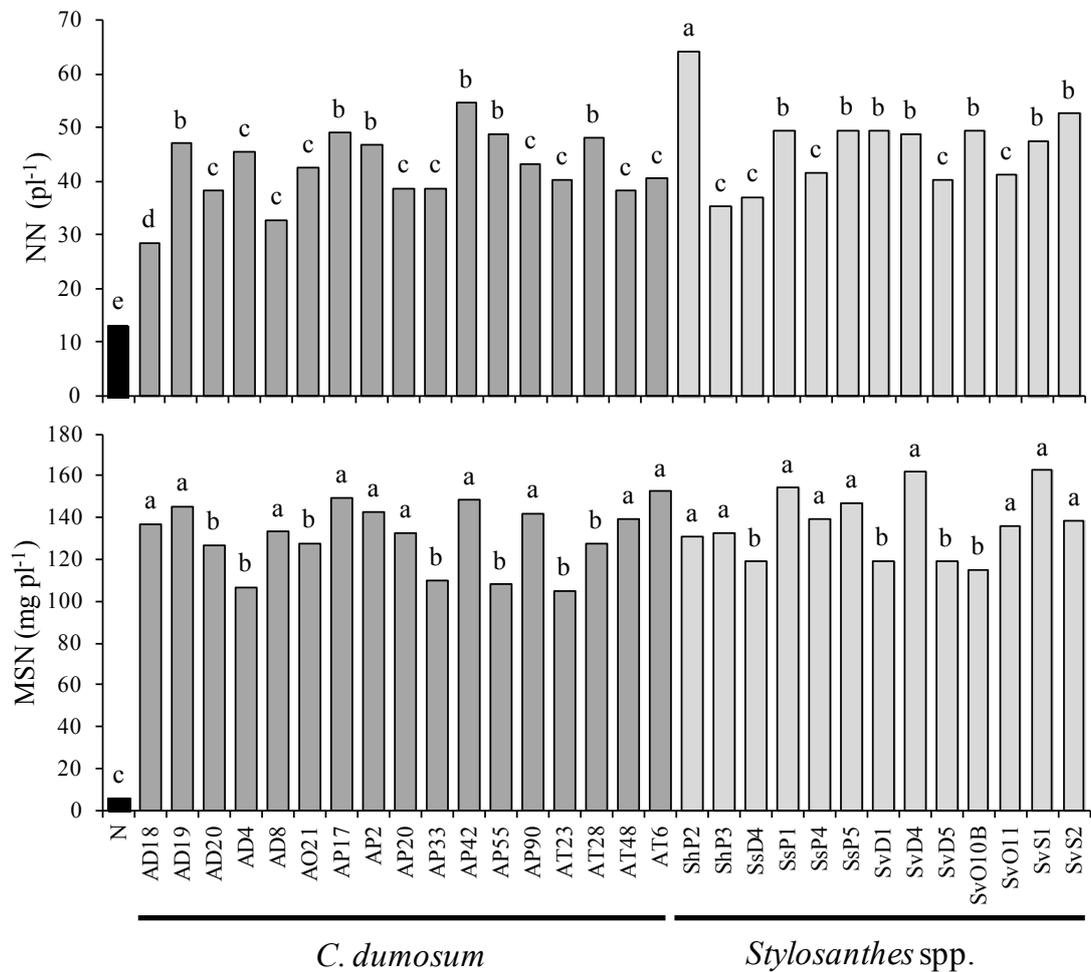


Figura 2. Número de nódulos (NN) e massa seca dos nódulos (MSN) em plantas de feijão-caupi inoculadas com rizóbios isolados de nódulos de leguminosas da Caatinga. Barras cinza escuro: rizóbios isolados dos nódulos de *Choroleucon dumosum*. Barras cinza claro: rizóbios isolados dos nódulos de *Stylosanthes hamata* (Sh), *Stylosanthes scarba* (Ss) e *Stylosanthes viscosa* (Sv). N: controle com adubação com nitrogênio mineral (50 Kg ha⁻¹). Letras iguais indicam tratamentos com mesmo desempenho a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott.

O isolado ShP2, obtido de nódulo de *Stylosanthes hamata*, promoveu a formação do maior número de nódulos. Treze isolados formaram o segundo grupo (B) com melhor desempenho na nodulação, sendo seis obtidos de nódulos de *C. dumosum*, dois de *Stylosanthes scarba* e cinco de nódulos de *Stylosanthes viscosa*. A formação de biomassa dos nódulos (Figura 2. MSN) mostrou menor variabilidade comparada ao número de nódulos (NN), sendo identificados três grupos estatísticos (A, B e C). Dez isolados de *C. dumosum* (AD18, AD19, AD8, AP17, AP2, AP20, A42, AP90, AT48 e AT6) e nove de *Stylosanthes spp.* (ShP2, ShP3, SsP1, SsP4, SsP5, SvD4, SvO11, SvS1 e SvS2) promoveram maior formação de biomassa dos nódulos.

A inoculação com os isolados de rizóbios também promoveu alterações nas variáveis associadas à parte aérea das plantas de feijão-caupi (Figura 3).

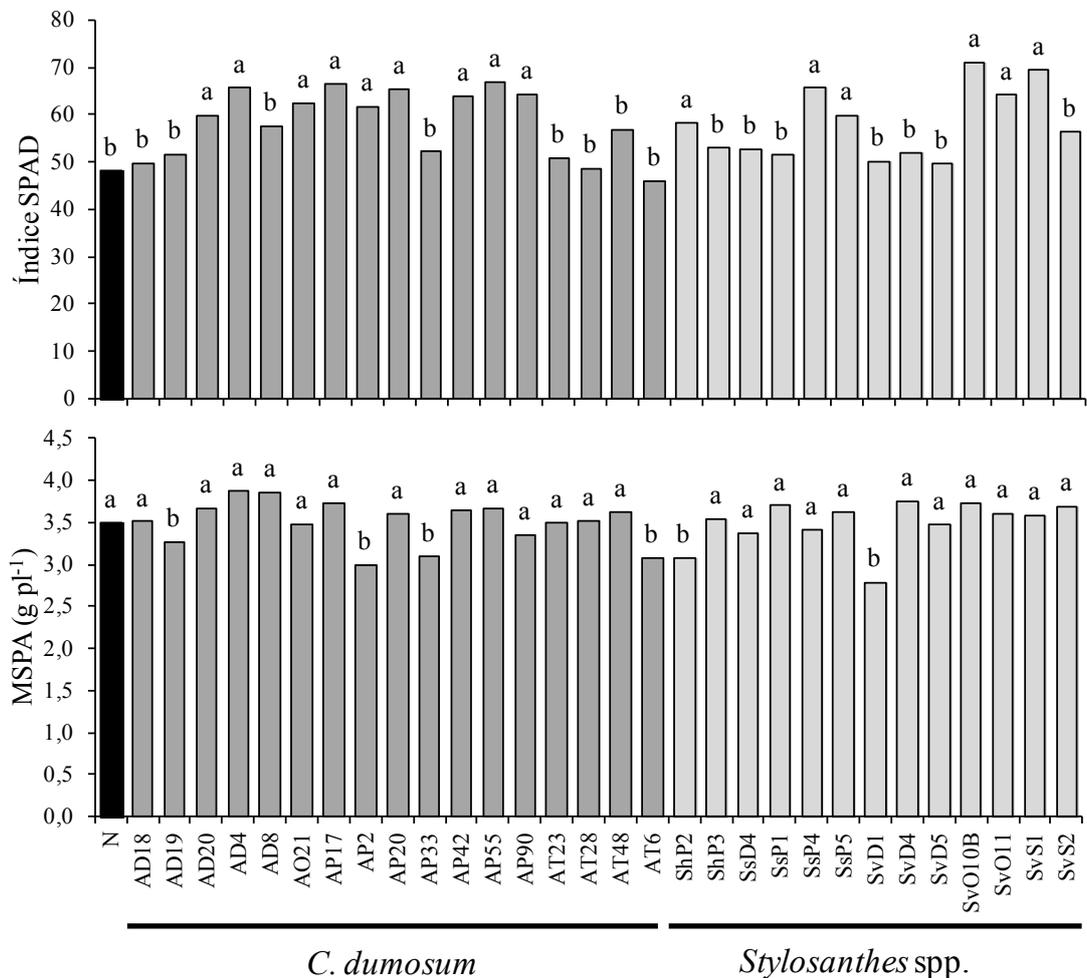


Figura 3. Índice SPAD e massa seca da parte aérea (MSPAMS) em plantas de feijão-caupi inoculadas com rizóbios isolados de nódulos de leguminosas da Caatinga. Barras cinza escuro: rizóbios isolados dos nódulos de *Choroleucon dumosum*. Barras cinza claro: rizóbios isolados dos nódulos de *Stylosanthes hamata* (Sh), *Stylosanthes scabra* (Ss) e *Stylosanthes viscosa* (Sv). N: controle com adubação com nitrogênio mineral (50 Kg ha⁻¹). Letras iguais indicam tratamentos com mesmo desempenho a 5% de probabilidade pelo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott.

O desenvolvimento de pigmentos verdes (índice SPAD) foi estimulado por metade (50%) dos isolados testados ($p < 0,05$), superando o tratamento que recebeu adubação com nitrogênio. Destes isolados, nove são simbiotes de *C. dumosum* (AD4, AD20, AO21, AP2, AP17, AP20, AP42, AP55 e AP90) e seis das três espécies de *Stylosanthes* (ShP2, SsP4, SsP5, SvO10B, SvO11 e SvS1). O índice SPAD tem relação positiva com o conteúdo de nitrogênio na parte aérea (Ferreira, 2015). O deslocamento positivo ($p < 0,05$) no índice SPAD provocado por 50% das bactérias avaliadas nesse estudo foi um resultado impressionante, pois (i) as bactérias não foram originalmente isoladas de feijão-caupi e (ii) muitas foram obtidas dos nódulos de uma leguminosa filogeneticamente distante (*C. dumosum*). A capacidade do feijão-caupi nodular e ser beneficiado com rizóbios de *C. dumosum* reforça o caráter “promíscuo” da espécie *Vigna unguiculata* em estabelecer simbiose eficiente com uma faixa ampla de rizóbios (Leite, 2015). Quanto à produção de massa seca da parte aérea, 80% das bactérias mostram desempenho semelhante ao controle com nitrogênio mineral (Figura 3).

Uma avaliação geral do desempenho dos rizóbios isolados de leguminosas nativas da Caatinga foi possível identificar 13 rizóbios capazes de beneficiar o feijão-caupi, considerando as variáveis de nodulação e desenvolvimento da parte aérea (Tabela 1). Os 13 rizóbios representam bactérias que foram isoladas de nódulos de *C. dumosum*, *S. scabra* e *S. viscosa* e apresentam potencial para a promoção da cultura de feijão-caupi em campo.

Em geral, o desempenho simbiótico dos rizóbios isolados de solos e leguminosas da Caatinga em promover o crescimento de uma espécie de interesse agrícola revela mais um valor à conservação dos solos e das matas. Os solos, além de outras funções, abrigam uma biodiversidade de bactérias com potencial para uso na produção de biomassa, como mostrado no presente estudo.

Tratamento	Hospedeiro de origem	Nodulação ¹		Desenvolvimento da parte aérea ²	
		NN	MSN	SPAD	MSPA
Nitrogênio (50 - Kg ha ⁻¹)	-	e ³	c	b	a
AD20	<i>Choroleucon dumosum</i>	c	b	a	a
AD4	<i>Choroleucon dumosum</i>	c	b	a	a
AO21	<i>Choroleucon dumosum</i>	c	b	a	a
AP17	<i>Choroleucon dumosum</i>	b	a	a	a
AP20	<i>Choroleucon dumosum</i>	c	a	a	a
AP42	<i>Choroleucon dumosum</i>	b	a	a	a
AP55	<i>Choroleucon dumosum</i>	b	b	a	a
AP90	<i>Choroleucon dumosum</i>	c	a	a	a
SsP4	<i>Stylosanthes scabra</i>	c	a	a	a
SsP5	<i>Stylosanthes scabra</i>	b	a	a	a
SvO10B	<i>Stylosanthes viscosa</i>	b	b	a	a
SvO11	<i>Stylosanthes viscosa</i>	c	a	a	a
SvS1	<i>Stylosanthes viscosa</i>	b	a	a	a

Tabela 1. Sumário do desempenho de rizóbios isolados de nódulos de leguminosas da Caatinga na nodulação e desenvolvimento da parte aérea de plantas de feijão-caupi.

¹ NN: número de nódulos e MSN: massa seca dos nódulos.

² SPAD: índice SPAD e MSPA: massa seca da parte aérea.

³ Letras iguais indicam tratamentos do mesmo grupo estatístico com base na análise de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Dados compilados das Figura 2 e 3 desse estudo.

4 | CONCLUSÕES

Rizóbios de crescimento lento isoladas de nódulos de *Choroleucon dumosum*, *Stylosanthes hamata*, *Stylosanthes scabra* e *Stylosanthes viscosa* são capazes de nodular o feijão-caupi.

Os rizóbios simbiotes dos gêneros *Choroleucon* e *Stylosanthes* promovem a nodulação e o desenvolvimento da parte aérea de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp).

REFERÊNCIAS

BAKSHI, M.; VARMA, A. Soil enzyme: the state-of-art. In: SHUKLA, G; VARMA, A. (eds). **Soil enzymology: soil biology**. 1a. edição. Springer-Verlag: Berlin Heidelberg, 2011.

CARDOSO, D. B. O. S.; QUEIROZ, L. P. **Diversidade de Leguminosae nas caatingas de Tucano, Bahia: implicações para a fitogeografia do semi-árido do Nordeste do Brasil**. Rodriguésia, v. 58, n. 2, p. 379-391, 2007.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: A computer statistical analysis system**. Ciência e Agrotecnologia, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B.; DANTAS, J. P. **Índice spad e teor de clorofila no limbo foliar do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica, em duas épocas de cultivo**. Ceres, v. 53, n. 305, p. 83-92, 2015.

FREITAS, A. D. S.; SILV, T. O.; MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. R.; FRAGA, V. S. **Nodulação e fixação de nitrogênio por forrageiras da caatinga cultivadas em solos do semiárido paraibano**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 40, n. 9, p.1856-1861, 2011.

FREITAS, A. D. S.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SANTOS, C. E. R. S.; FERNANDES, A. R. **Biological nitrogen fixation in tree legumes of the Brazilian semi-arid caatinga**. Journal of Arid Environments, v. 74, n. 3, p. 344-349, 2010.

JAMES, E. K.; BALDANI, J. I. **The role of biological nitrogen fixation by non-legumes in the sustainable production of food and biofuels**. Plant and Soil, v. 356, n. 1-2, p. 1-3, 2012.

MARON, P-A.; MOUGEL, C.; RANJARD, L. **Soil microbial diversity: Methodological strategy, spatial overview and functional interest**. Comptes Rendus Biologies, v. 334, n. 5-6, p. 403-411, 2011.

MARTINS, L. M.; XAVIER, G. R.; RANGEL, F. W.; RIBEIRO; J. R. A.; NEVES, M. C. P.; MORGADO, L. B.; RUMJANEK, N. G. **Contribution of biological nitrogen fixation to cowpea: a strategy for improving grain yield in the semi-arid region of Brazil**. Biology and Fertility of Soils, v. 38, n. 6, p. 333-339, 2003.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Ed. EDUFPA; 2ª Ed. pp. 501-529. 2006.

QUEIROZ, L. P. The Brazilian Caatinga: Phytogeographical Patterns Inferred from Distribution Data of the Leguminosae. In: PENNINGTON, R. T.; LEWIS, G. P.; RATTER, J. A. (Eds.) **Neotropical Caatingas and Dry Forests: Plant Diversity, Biogeography, and Conservation**. Boca Raton, FL, Taylor & Francis CRC-Press. 2006.

SANTOS, C. E. R. S.; STAMFORD, N. P.; FREITAS, A. D. S.; NEVES, M. C. P.; RUMJANEK, N. G.; SOUTO, S. M. **Efetividade de rizóbios isolados de solos da região noredeste do Brasil, na fixação do N₂ em amendoim (*Arachis hypogaea*)**. Acta Scientiarum. Agronomy, v. 27, n.1, p. 305-312, 2005.

TORSVIK, V.; ØVREÅS, L. **Microbial diversity and function in soil: from genes to ecosystems**. Current Opinion in Microbiology, v. 5, n. 3, p. 240–245, 2002.

VINCENT, J.M. **A manual for the practical study of root nodule bacteria**. Oxford: Blackwell Scientific Publications; p 119. 1970.

USO DE ENERGIA SOLAR NA PRODUÇÃO DE MUDAS NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA DE SANTO ANTÃO – PE

Geoge Carlos Vieira Da Silva

Engenharia agrônômica, IFPE campus Vitória de Santo Antão, geoge2013agronomia@gmail.com

Lucas Nascimento de Melo Silva

Tec. Agroindústria, IFPE campus Vitória de Santo Antão, lucas24022000@outlook.com

Charles Teruhiko Turuda

Mestre, IFPE campus Vitória de Santo Antão, charles.turuda@vitoria.ifpe.edu.br

INTRODUÇÃO

A obtenção de mudas sadias é de suma importância para o produtor rural. Além de características nutricionais adequadas é necessário que o substrato esteja isento de quaisquer tipos de microrganismos vindos do solo que são causadores de doenças nas sementes, folhas, caule, raiz e frutos. Desinfestando esses substratos é uma das principais maneiras de prevenir a saúde das plantas. A maioria dos produtores de mudas não realiza quaisquer métodos de prevenção no substrato tomando para si a responsabilidade das consequências vindouras. Poucos agricultores realizam algum método de prevenção no solo, destes, grande parte usa produtos químicos que podem vir a ser nocivos para a planta, meio-ambiente, para

o manuseador dessas culturas e até mesmo ao consumidor final. As enfermidades apresentam-se numa fase inicial, com a falta ou mau controle delas, as mudas produzidas podem apresentar quantidade insuficiente de nutrientes para uma boa produção. Existem poucos métodos de prevenção usados no solo, muito desses é com uso de produtos químicos e apresentam inúmeras desvantagens. O brometo de metila (CH_3Br) é o produto químico mais usado para desinfecção de substratos para a produção de mudas, ele elimina todos os microrganismos do solo, inclusive os benéficos, causando assim um “vácuo biológico”, um espaço sem qualquer vida, tornando-se assim um ótimo lugar para a instalação e proliferação de microrganismos patogênicos. Além disso, o uso do Brometo de metila causa danos à camada de ozônio, por isso está sendo banido do mercado nacional. Com a pressão social os agricultores buscam formas de substituir os métodos químicos por não químicos para a preservação da natureza, para obterem produtos agrícolas sem resquícios químicos para a segurança do trabalhador e também do consumidor. Com isso a solarização tem grande importância, pois se trata de um mecanismo natural proveniente dos raios solares que permite o controle de fitoptógenos de maneira sustentável, com isso

o presente trabalho tem grande importância na prática realizada pelos agricultores e quando os mesmos ficam cientes dos benefícios da tecnologia poderão produzir alimentos saudáveis e acessíveis à população a um custo adequado. E com as visitas já realizadas as comunidades vamos conscientizar os produtores da importância de se procurar meios capazes de assegurar a produção alimentar sem a necessidade de utilizar defensivos agrícolas, pois no caso do solarizador o mesmo esteriliza o solo e reduz em grandes proporções os patógenos que vivem no solo e que causam doenças nas plantas, e ao mesmo tempo sem encarecer tanto essa produção, pois o coletor é produzido de forma acessível ao produtor rural com materiais recicláveis.

RELATO DE EXPERIÊNCIA

A desinfestação de substratos para a produção de mudas também é um sério problema para muitos agricultores. As mudas infectadas e os substratos contaminados disseminam os patógenos para novas áreas, além de propiciar o surgimento de doenças desde o início do ciclo da cultura. E para o tratamento de substrato para produção de mudas, foi desenvolvido um coletor solar que consiste, basicamente, de uma caixa de madeira que contém tubos metálicos de 15 cm de diâmetro (geralmente, tubos de irrigação de alumínio) e uma cobertura de plástico transparente, que permite a entrada dos raios solares. O solo é colocado nos tubos pela abertura superior e, após o tratamento, retirado pela inferior, por meio da força da gravidade. O coletor solar pode ser utilizado durante todas as épocas do ano, exceto em dias chuvosos. O substrato tratado pode ser prontamente utilizado.

Foi realizadas pesquisas de preços e de materiais tanto em lojas quanto no próprio IFPE com intuito de encontrar materiais que pudessem ser utilizados na construção do equipamento de forma a baratear o equipamento, mas sem comprometer sua eficiência e utilidade procurando reutilizar materiais e materiais recicláveis. Como mostra na imagem1 materiais utilizados na irrigação no campo que não serviam mais foram encontrados na oficina do IFPE Vitória e serão cortados e pintados para serem utilizados no coletor solar.



Imagem 1: Tubos de irrigação

Fonte: Propria

Foram realizadas algumas visitas e já foi dado o início a construção do coletor solar. O município de Vitória de Santo Antão-PE é conhecido por sua produção agrícola e nos últimos anos tem seguido a tendência mundial e se voltado para a produção de produtos orgânicos. O presente trabalho visa a apresentar aos agricultores da região um processo de fumigação de solo para a produção de mudas que seja compatível com a produção de produtos orgânicos e que seja barato e de fácil manejo. Os solarizadores ou coletores solares atendem a essas exigências. A proposta foi construir um solarizador experimental e demonstrativo, divulgar seu uso e construção, capacitando os agricultores do município de Vitória de Santo Antão a montarem seus próprios solarizadores e usarem-nos na produção de mudas para a agricultura familiar e de alimentos orgânicos.

CONSIDERAÇÕES

O trabalho traz consigo inúmeras vantagens para o produtor e para o futuro a ideia e criar um solarizador com modularização capaz de ser utilizado para diversas atividades desde esterilização até secamento de sementes ou folhas. Quando apresentamos a tecnologia aos produtores todos se mostram interessados e dispostos a investirem nessa tecnologia sustentável que é a solarização.

REFERÊNCIAS

CRUZ, J.C.S; SILVA, M.A. Solarização de solos, uma opção para o manejo de culturas na Agricultura familiar. **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 3, n.1, 2006.

FERNANDES, C. **Produtividade e qualidade dos frutos do tomateiro do grupo cereja cultivado em substratos à base de areia**. Jaboticabal: UNESP – FCAV. 2005 (Tese doutorado).

FERNANDES, C.; CORÁ, J. E.; BRAZ, L. T. Alterações nas propriedades físicas de substratos para cultivo de tomate cereja, em função de sua reutilização. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 94-98, 2006.

GHINI, R. **Desinfestação do solo com o uso de energia solar: solarização e coletor solar**. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1997. 29 p. (Embrapa-CNPMA. Circular Técnica, 1).

GHINI, R.; SCHOENMAKER, I. A. S.; BETTIOL, W. Solarização do solo e incorporação de fontes de matéria orgânica no controle de *Pythium* spp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v. 37, p.1253-1261, 2002.

GHINI, R. 2009. Solarização e coletor solar para desinfestação de solo. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 12p. (Embrapa Meio Ambiente. Comunicado técnico, 20).

SOBRE OS ORGANIZADORES

Jorge González Aguilera - Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estres abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Tem experiência na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: jorge.aguilera@ufms.br

Alan Mario Zuffo - Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-418-4

