

PESQUISAS EM TEMAS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS



VOLUME 4

Ednilson Sergio Ramalho de Souza
(Editor)

PESQUISAS EM TEMAS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS



VOLUME 4

Copyright © 2021 da edição brasileira.
by RFB Editora.

Copyright © 2021 do texto.
by Autores.

Todos os direitos reservados.



Todo o conteúdo apresentado neste livro, inclusive correção ortográfica e gramatical, é de responsabilidade do(s) autor(es).

Obra sob o selo *Creative Commons*-Atribuição 4.0 Internacional. Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

Conselho Editorial:

Prof. Dr. Ednilson Sergio Ramalho de Souza - UFOPA (Editor-Chefe).

Prof.^a Dr.^a. Roberta Modesto Braga - UFPA.

Prof. Dr. Laecio Nobre de Macedo - UFMA.

Prof. Dr. Rodolfo Maduro Almeida - UFOPA.

Prof.^a Dr.^a. Ana Angelica Mathias Macedo - IFMA.

Prof. Me. Francisco Robson Alves da Silva - IFPA.

Prof.^a Dr.^a. Elizabeth Gomes Souza - UFPA.

Prof.^a Dra. Neuma Teixeira dos Santos - UFRA.

Prof.^a Me. Antônio Edna Silva dos Santos - UEPA.

Prof. Dr. Carlos Erick Brito de Sousa - UFMA.

Prof. Dr. Orlando José de Almeida Filho - UFSJ.

Prof.^a Dr.^a. Isabella Macário Ferro Cavalcanti - UFPE.

Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares - UFPI.

Prof.^a Dr.^a. Welma Emidio da Silva - FIS.

Diagramação:

Danilo Wothon Pereira da Silva.

Design da capa:

Pryscila Rosy Borges de Souza.

Imagens da capa:

www.canva.com

Revisão de texto:

Os autores.

Bibliotecária:

Janaina Karina Alves Trigo Ramos

Assistente editorial:

Manoel Souza.



Home Page: www.rfbeditora.com.

E-mail: adm@rfbeditora.com.

Telefone: (91)98885-7730.

CNPJ: 39.242.488/0001-07.

R. dos Mundurucus, 3100, 66040-033, Belém-PA.

Ednilson Sergio Ramalho de Souza
(Editor)

VOLUME 4

PESQUISAS EM TEMAS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Edição 1

Belém-PA



2021

<https://doi.org/10.46898/rfb.9786558890928>

**Catálogo na publicação
Elaborada por RFB Editora**

P474

Pesquisas em temas de ciências agrárias / Ednilson Sergio Ramalho de Souza
(Editor) – Belém: RFB, 2021.

(Pesquisas em temas de ciências agrárias, V. 4)

Livro em PDF

3.600 KB, il.

ISBN: 978-65-5889-092-8

DOI: 10.46898/rfb.9786558890928

1. Ciências Agrárias. I. Souza, Ednilson Sergio Ramalho de (Editor). II. Título.

CDD 333.31

Índice para catálogo sistemático

I. Ciências Agrárias

Nossa missão é a difusão do conhecimento gerado no âmbito acadêmico por meio da organização e da publicação de livros digitais de fácil acesso, de baixo custo financeiro e de alta qualidade!

Nossa inspiração é acreditar que a ampla divulgação do conhecimento científico pode mudar para melhor o mundo em que vivemos!

Equipe RFB Editora

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	9
Prof. Dr. Édnilson Sergio Ramalho de Souza	

CAPÍTULO 1

COMPOSTOS ORGÂNICOS EM CULTIVARES DE CENOURA SOB ESTRESSE SALINO E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A SAÚDE HUMANA.....	11
---	-----------

Gilberto de Souza e Silva Júnior
Antonio Gomes de Castro Neto
Laury Francis Costa
Luiz Evandro da Silva
DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.1

CAPÍTULO 2

PRODUÇÃO DE PETTIT SUISSE DE CUPUAÇU (<i>THEOBROMA GRANDIFLORUM SHUM</i>) COM BASE DE QUEIJO MINAS E QUEIJO RICOTA.....	33
--	-----------

Patrick Gomes de Souza
Danielle Cordeiro de Souza
Helyde Albuquerque Marinho
DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.2

CAPÍTULO 3

A INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DA CERVEJA RECUPERADA SOBRE A CONCENTRAÇÃO DE DICETONAS TOTAIS NA ETAPA DE MATURAÇÃO DA CERVEJA.....	45
--	-----------

Francineude Pinheiro Penha
Patrick Gomes de Souza
DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.3

CAPÍTULO 4

PANORAMA DA ENERGIA SOLAR NO BRASIL E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	63
--	-----------

Michael Douglas Sousa Leite
Alberto Grangeiro de Albuquerque Neto
Maria José Soares de Belchior Pires
Wendell de Almeida Lacerda
Jose Nunes de Oliveira Neto
Verônica Cristian Soares de Belchior
José Anderson Moura de Sousa
José Edinando Cesário dos Santos
Sandra Maijane Soares de Belchior
Rodrigo Rodrigues da Silva
Elania Cavalcante Cunha de Medeiros
DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.4

CAPÍTULO 5

LEVANTAMENTO DA INVASÃO DE <i>ERAGROSTIS PLANA</i> NEES (<i>CAPIM-ANNONI</i>) NO BRASIL	75
--	-----------

Bianca Motta Dolianitis
Viviane Dal-Souto Frescura
DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.5

CAPÍTULO 6

CAMINHOS DA COMUNICAÇÃO POPULAR DO CAMPO AGROECOLÓGICA.....85

Silvana Cassia Hoeller

Melisa Magali Vila

DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.6

CAPÍTULO 7

INFLUÊNCIA DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS E SUBSTRATOS NO DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO RABANETE (*RAPHANUS SATIVUS L.*).....99

José Gabriel Junior de Holanda Rocha

Ângelo da Silva Gonçalves Júnior

Laís Samara Rodrigues

Edivania de Araujo Lima

Gabriel Siqueira Tavares Fernandes

Vynicius Barbosa de Oliveira

Arão de Moura Neto

Bruno Santos de Moura

Walliane do Nascimento Portela

Laila Lucia Sousa e Silva

DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.7

CAPÍTULO 8

IMPACTOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA APTIDÃO AO CULTIVO DE MANDIOCA NO ESTADO DE PERNAMBUCO, BRASIL.....109

Gabriel Siqueira Tavares Fernandes

Arão de Moura Neto

Edivania de Araujo Lima

Vynicius Barbosa de Oliveira

Laila Lucia Sousa e Silva

Byanca Barbosa de Oliveira

Alfredo Ribeiro Neto

DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.8

CAPÍTULO 9

AGROINDÚSTRIA DE CACHAÇA: REVISÃO SISTEMÁTICA DOS CONCEITOS DE PRODUÇÃO.....125

Jéssica Souza Coqueiro

Luzia Almeida Couto

Roberta Alves Santos

Érica Sandy Rocha de Almeida

Eleidervan da Silva Castro

DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.9

CAPÍTULO 10

SANEAMENTO RURAL E SUA RELAÇÃO COM A SAÚDE PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE POMBAL - PB143

Edvaldo Nunes da Silva Terceiro

Michael Douglas Sousa Leite

Odilon Lúcio de Sousa Neto

Thaise de Abreu Brasileiro Sarmento

Aline Cristina de Araújo Florentino Silva

Helmo Robério Ferreira de Menezes

Glauber Iure Cardoso de Menezes Silva

Rafael Eduardo Inacio do Nascimento
Sandra Maijane Soares de Belchior
Georgy Xavier de Lima Souza
Mayle Alves Bezerra
DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.10

CAPÍTULO 11

BACTÉRIAS E VÍRUS - NÃO TÃO VILÕES ASSIM NO MUNDO ABIÓTICO NO SANEAMENTO AMBIENTAL 161

Oziel Oliveira da Silva
Michael Douglas Sousa Leite
Pablo Phorlan Pereira de Araújo
Kaio Luís de Azevêdo Santos
Odilon Lúcio de Sousa Neto
Edjair Raimundo de Melo
Ana Karine Gomes de Figueiredo
Glauber Iure Cardoso de Menezes Silva
Sandra Maijane Soares de Belchior
Mayle Alves Bezerra
Samara Nóbrega de Oliveira
DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.11

CAPÍTULO 12

ESTUDO RETROSPECTIVO DA CONDENAÇÃO DE FÍGADO BOVINO POR FASCIIOSE E HIDATIDOSE EM FRIGORÍFICOS NO ESTADO DE RONDÔNIA..... 173

Wilson Gómez Manrique
Mayra Araguaia Pereira Figueiredo
Junio Vieira Alves
DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.12

CAPÍTULO 13

TOXIINFECÇÃO ALIMENTAR POR SOROVARES DE *SALMONELLA* E SUA CORRELAÇÃO COM SURTOS DE SALMONELOSE FACE AOS SISTEMAS DE CONTROLE MICROBIOLÓGICO 185

Carla Gravel da Costa Osta
DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.13

CAPÍTULO 14

PRINCIPAIS HELMINTOSES DE PEIXES DE PRODUÇÃO NO BRASIL: REVI- SÃO DE LITERATURA..... 203

Wilson Gómez Manrique
Nicolas André Caetano Rodrigues
Mayra Araguaia Pereira Figueiredo
DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.14

CAPÍTULO 15

***ERINNYIS ELLO* (LEPIDOPTERA: SPHINGIDAE) (LINNAEUS, 1758): ECOLO- GIA, MANEJO E DISTRIBUIÇÃO: PASSADO E PRESENTE 215**

Philippe Guilherme Corcino Souza
Rodrigo Almeida Pinheiro
Cíntia Gonçalves Sena
Marcus Alvarenga Soares

Luis Carlos da Silva Soares
Maria Jéssica dos Santos Cabral
DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.15

CAPÍTULO 16

AVALIAÇÃO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS DE BAIAS DE EQUÍNOS SUBMETIDOS ÀS LARVAS DE BESOUROS (SCARABAEOIDEA) E MINHOCAS (*Eisenia fetida*)..... 233

José Carlos Ribeiro de Carvalho
Andreia Santos do Nascimento
Maria Carolina Freitas de Lima
Fabiane de Lima Silva
Geni da Silva Sodré
Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa
Carlos Alfredo Lopes de Carvalho
DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.16

CAPÍTULO 17

FORMULAÇÃO E USO DE DIETAS EXPERIMENTAIS NA ALIMENTAÇÃO DE *Macrobrachium rosenbergii* 243

André Filippe de Aquino
Iara Evelim da Silva Ferreira
Caio Henrique do Nascimento Ferreira
Bruno de Lima Preto
DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.17

APRESENTAÇÃO

Prezad@s,

Satisfação! Esse é o sentimento que vem ao meu ser ao escrever a apresentação deste magnífico livro. Não apenas porque se trata do volume 4 da Coleção Pesquisas em Temas de Ciências Agrárias, publicado pela RFB Editora, mas pela importância que essa área possui para a promoção da qualidade de vida das pessoas.

Segundo a Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), fazem parte dessa área: AGRONOMIA, RECURSOS FLORESTAIS E ENGENHARIA FLORESTAL, ENGENHARIA AGRÍCOLA, ZOOTECNIA, RECURSOS PESQUEIROS E ENGENHARIA DE PESCA, MEDICINA VETERINÁRIA, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. Tal área suscita, portanto, uma gama de possibilidades de pesquisas e de relações dialógicas que certamente podem ser relevantes para o desenvolvimento social brasileiro.

Desse modo, os artigos apresentados neste livro - em sua maioria frutos de árduos trabalhos acadêmicos (TCC, monografia, dissertação, tese) - decerto contribuem, cada um a seu modo, para o aprofundamento de discussões na área de Pesquisas em Ciências Agrárias; pois são pesquisas germinadas, frutificadas e colhidas de temas atuais que vêm sendo debatidos nas principais universidades brasileiras e que refletem o interesse desses pesquisadores no desenvolvimento social e científico que possa melhorar a qualidade de vida de homens e de mulheres.

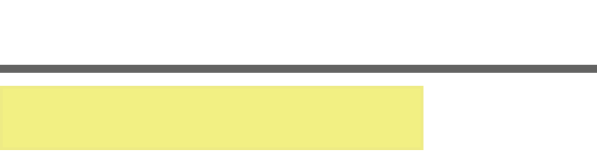
Acredito, verdadeiramente, que a ampla divulgação do conhecimento científico pode mudar para melhor o mundo em que vivemos!

Esse livro é parte singela da materialização dessa utopia.

Prof. Dr. Ednilson Sergio Ramalho de Souza

Editor-Chefe.

RFB Editora.



CAPÍTULO 1

COMPOSTOS ORGÂNICOS EM CULTIVARES DE CENOURA SOB ESTRESSE SALINO E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A SAÚDE HUMANA

ORGANIC COMPOUNDS IN CARROT CULTIVARS UNDER SALINE STRESS AND THEIR CONTRIBUTIONS TO HUMAN HEALTH

Gilberto de Souza e Silva Júnior¹

Antonio Gomes de Castro Neto²

Laury Francis Costa³

Luiz Evandro da Silva⁴

DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.1

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (IFPE - Campus Recife); gilbertojunior26@yahoo.com.br

² Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); antoniogcn@msn.com

³ Laboratório Central de Saúde Pública de Pernambuco (LACEN/PE); lauryfrancis@gmail.com

⁴ Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE); luizevandros@yahoo.com.br

RESUMO

A cenoura é uma hortaliça muito apreciada devido à riqueza em compostos orgânicos. O presente trabalho objetivou avaliar compostos orgânicos em cultivares de cenoura sob estresse salino e ressaltar as suas contribuições para a saúde humana. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da UFRPE. Foram utilizadas duas cultivares de cenoura, Brasília e Esplanada. Após a diferenciação dos tratamentos as plantas passaram a ser irrigadas com solução nutritiva acrescida ou não de NaCl. Na ocasião da coleta foram obtidas amostras de tecido foliar fresco, as quais foram congeladas em freezer a -20°C até o momento da realização das análises. Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente por meio do programa ASSISTAT, procedendo-se à análise de variância com teste F, bem como à aplicação do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para a comparação das médias. A salinidade provocou reduções significativas em ambas cultivares nos teores de clorofilas e incrementos significativos nos teores de prolina, carboidratos solúveis totais, sacarose, açúcares redutores, fenóis totais e proteínas solúveis. Através dos resultados obtidos sugere que a cultivar Esplanada demonstrou-se mais adaptada às condições salinas impostas e que pode ser uma alternativa viável como fonte nutricional para a região do semiárido melhorando assim a qualidade de vida e a saúde da população.

Palavras-chave: *Daucus carota* L. Salinidade. Alimentação. Bioquímica.

ABSTRACT

The carrot is a vegetable very appreciated due to the richness in organic compounds. The present work aimed to evaluate organic compounds in carrot cultivars under saline stress and to highlight their contributions to human health. The experiment was conducted in a greenhouse at UFRPE. Two carrot cultivars were used, Brasília and Esplanada. After differentiating the treatments, the plants started to be irrigated with nutrient solution with or without NaCl. At the time of collection, samples of fresh leaf tissue were obtained, which were frozen in a freezer at -20°C until the moment of analysis. The results obtained were statistically analyzed using the ASSISTAT program, proceeding to the analysis of variance with the F test, as well as the application of the Tukey test at the level of 5% of probability to compare the means. The salinity caused significant reductions in both cultivars in the levels of chlorophylls and significant increases in the levels of proline, total soluble carbohydrates, sucrose, reducing sugars, total phenols and soluble proteins. Through the results obtained it suggests that the cultivar Esplanada proved to be more adapted to the imposed salt conditions and that it can be a viable alternative as a

nutritional source for the semi-arid region, thus improving the quality of life and health of the population.

Keywords: *Daucus carota* L. Salinity. Food. Biochemistry.

1 INTRODUÇÃO

A cenoura (*Daucus carota*) é a quinta hortaliça cultivada no Brasil em ordem de importância econômica, tendo como principais produtores os Estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Bahia (MAROUELLI et al., 2007). Entre as hortaliças cujas partes comestíveis são as raízes é a de maior valor econômico (FILGUEIRA, 2008). Destaca-se das outras hortaliças pela grande quantidade de vitamina A (Retinol), essencial para a visão, pele, dentes e cabelos, atuando no crescimento e aumentando a resistência do organismo às doenças. Vitaminas como B1 (Tiamina), B2 (Riboflavina), B5 (Ácido pantotênico) e C (Ácido ascórbico) e sais minerais, também fazem parte dos componentes nutricionais da cenoura (GALLAGHER, 2005). As fibras, importantes para o funcionamento do intestino, estão presentes também na cenoura e constituem mais uma razão para o seu uso na alimentação diária (MATTOS & MARTINS, 2003).

A utilização de alimentos alternativos para o combate à fome na população de baixa renda é assunto que tem recebido atenção no Brasil nos últimos anos, especialmente em razão do drama crescente da população carente. Diante do quadro social e econômico da população brasileira, o estudo da utilização integral de hortaliças no uso doméstico, bem como sua incorporação na elaboração de produtos industrializados, pode contribuir substancialmente para aumentar a disponibilidade de nutrientes, sendo uma fonte de baixo custo de proteínas, fibras, vitaminas e minerais. As folhas de cenoura são pouco utilizadas na alimentação habitual, porém a mesma pode ser uma boa fonte de fibras, vitaminas B1, B2, B6 (Piridoxina), B7 (Biotina), C e K (Filoquinona), esta última com atividade anti-hemorrágica, e potássio (K⁺) (CASTILHO & OLIVEIRA, 2013).

A dieta alimentar dos brasileiros, em geral, caracteriza-se por baixo nível de ingestão de hortaliças, em comparação com outros povos. Tal dieta é comumente desequilibrada, pela ingestão excessiva de alimentos energéticos e pelo baixo consumo de alimentos protetores, como as hortaliças. O baixo consumo de hortaliças está mais relacionado com aspectos culturais e educacionais do que com o nível de renda. Nutricionistas também afirmam que a maior contribuição das hortaliças na dieta humana é o adequado fornecimento de vitaminas e sais minerais (FILGUEIRA, 2008).

No Brasil, solos salinos ocorrem no Rio Grande do Sul, na região do Pantanal Mato-Grossense e, com predomínio na região semiárida do Nordeste (RIBEIRO et al., 2003). Além de caracterizar-se como um grave problema ambiental, a elevada concentração de sais no solo causa perdas consideráveis para a agricultura (FLOWERS, 2004; MUNNS et al. 2006). Desta forma, a possível visualização da interferência da concentração de sais nos processos metabólicos em cultivares de cenoura e a indicação do grau de tolerância das mesmas às condições de salinidade, proporcionará informações importantes para a expansão dessa cultura nas regiões pouco exploradas devido aos processos de salinização do solo, além de sugerir a cultura como uma excelente alternativa para a melhoria do estado nutricional das populações dessas regiões.

Diante do exposto, a presente pesquisa objetivou avaliar os compostos orgânicos em cultivares de cenoura sob estresse salino, bem como ressaltar as suas contribuições para a saúde humana.

2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) – Sede, em Recife – PE. Foram utilizadas duas cultivares de cenoura (Brasília e Esplanada) provenientes do Centro Nacional de Pesquisa de Hortalças – EMBRAPA/CNPH (Brasília – DF).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x5 (duas cultivares – Brasília e Esplanada e cinco concentrações de cloreto de sódio (NaCl) – 0, 25, 50, 75 e 100 mol.m⁻³) resultando em 10 tratamentos com oito repetições, totalizando 80 unidades experimentais.

Inicialmente três sementes foram postas para germinar em recipiente de polietileno contendo substrato agrícola marca Basaplant® (pH = 5,8; Condutividade elétrica (CE) = 2,5 a 3,0 mS.cm⁻¹, Capacidade de retenção de água (CRA) = 50% p/p, Densidade = 500 kg.m⁻³ e Umidade máxima = 50% p/p). Após vinte dias da semeadura foi realizado o desbaste deixando apenas uma plântula em cada recipiente. No momento do desbaste, as plântulas apresentavam em média três folhas definitivas e passaram a ser irrigadas diariamente com uma solução nutritiva contendo 742,86 mg.L⁻¹ de fertilizante solúvel (marca Kristalon Marrom® - 3% N total; 11% P₂O₅; 38% K₂O; 4% MgO; 11% S; 0,025% B; 0,004% Mo; 0,01% Cu-EDTA; 0,025% Zn-EDTA; 0,07% Fe-EDTA e 0,04% Mn-EDTA) e 840 mg.L⁻¹ de nitrato de cálcio (marca Barco Viking® - 15,5% N total e 19,0% Ca) até o momento da diferenciação dos tratamentos.

A diferenciação dos tratamentos deu-se aos vinte e cinco dias após a semeadura e as plantas passaram a ser irrigadas com a mesma solução nutritiva acrescida ou não de cloreto de sódio (NaCl) conforme o tratamento (0, 25, 50, 75, e 100 mol.m⁻³), até quando 50% das plantas de um dos tratamentos salinos apresentassem sinais severos de toxicidade por íon sódio (Na⁺). A condutividade elétrica média das soluções nutritivas (CE_{sn}) e o pH médio foram de 1,98 dS.m⁻¹ e 6,27; 4,75 dS.m⁻¹ e 6,28; 7,24 dS.m⁻¹ e 6,27; 9,78 dS.m⁻¹ e 6,30; 12,20 dS.m⁻¹ e 6,28; respectivamente nas concentrações de 0, 25, 50, 75 e 100 mol.m⁻³ de NaCl. Os recipientes foram perfurados de modo a evitar o acúmulo progressivo de sais no substrato e este foi coberto com britas para minimizar o aparecimento de algas e a evaporação. A solução drenada foi coletada em recipiente plástico e descartada.

Por ocasião da coleta, aos cinquenta e seis dias de tratamento, foram coletadas amostras de tecido foliar fresco para a determinação dos teores de clorofilas A (CLA), B (CLB), total (CLT) e sua relação (CLA/CLB); carotenóides totais (CAR); prolina (PROL); carboidratos solúveis totais (CST); proteínas solúveis (PS); fenóis totais (FT); sacarose (SAC) e açúcares redutores (AR). Essas amostras foram congeladas e armazenadas em freezer a - 20°C até o momento da realização das análises.

As análises de CLA, CLB, CLT e sua relação (CLA/CLB); PROL; CST; PS; FT; SAC; AR e CAR foram realizadas, respectivamente, segundo metodologias propostas por Arnon (1949); Bates e colaboradores (1973); Yemm e Willis (1954); Bradford (1976); Horwitz (1980); Van Handel (1968); Somogyi (1952) e Lichtenthaler (1987). Todas essas análises foram determinadas através de leituras em espectrofotômetro de duplo feixe ajustado ao comprimento de onda específico para cada composto orgânico (Quadro 1) e os resultados foram expressos em mg.g⁻¹ de MF (matéria fresca).

Quadro 1 - Comprimentos de onda específicos utilizados para leitura de compostos orgânicos em espectrofotômetro de duplo feixe.

COMPOSTO ORGÂNICO	COMPRIMENTO DE ONDA (λ)
Clorofila A	645 nm
Clorofila B	663 nm
Prolina	520 nm
Carboidratos solúveis totais	620 nm
Proteína solúvel	595 nm
Fenóis totais	760 nm
Sacarose	620 nm
Açúcares redutores	760 nm
Carotenóides totais	470 nm

Fonte: Bezerra Neto; Barreto (2011).

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente por meio do programa ASSISTAT (SILVA & AZEVEDO, 2009), procedendo-se à análise de variância com teste F, bem como à aplicação do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para a comparação das médias.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adição do NaCl à solução nutritiva provocou reduções significativas nos teores de CLA e CLB em ambas cultivares, com destaque para a cultivar Brasília por ter apresentado, na concentração de 100 mol.m⁻³ de NaCl, reduções significativas da ordem de 45,94% e 60,87%, respectivamente, em relação ao tratamento controle (Tabela 1). O mesmo aconteceu com o teor de CLT na cultivar Brasília em que apresentou redução significativa de 51,67% em relação ao tratamento controle (Tabela 1). A relação CLA/CLB apresentou-se em torno de 1,58 a 2,24 na cultivar Brasília e 1,74 a 2,07 na cultivar Esplanada (Tabela 1), indicando, aparentemente, que não houve distúrbio nas proporções desses pigmentos fotossintéticos. Muito embora, essa relação tenha sido significativa e maior (da ordem de 40,00%) na

concentração de 100 mol.m⁻³ de NaCl, na cultivar Brasília, em relação a cultivar Esplanada (da ordem de 9,52%), quando comparadas ao tratamento controle (Tabela 1).

Tabela 1 - Teores de CLA, CLB e CLT e razão de CLA/CLB em tecido foliar fresco de cenoura submetido ao estresse salino por um período de 56 dias*.

Concentração de NaCl (mol.m ⁻³)	BRASÍLIA				ESPLANADA			
	CLA	CLB	CLT	CLA / CLB	CLA	CLB	CLT	CLA / CLB
	(mg. g ⁻¹ MF)	(mg. g ⁻¹ MF)	(mg. g ⁻¹ MF)		(mg. g ⁻¹ MF)	(mg. g ⁻¹ MF)	(mg. g ⁻¹ MF)	
0	0,37 aA	0,23 aA	0,60 aA	1,60 bA	0,37 aA	0,20 aB	0,57 aA	1,89 aA
25	0,30 bA	0,18 bA	0,48 bA	1,62 bA	0,29 bA	0,17 abA	0,46 bA	1,74 aA
50	0,27 bA	0,18 bA	0,45 bA	1,58 bA	0,25 bcA	0,14 bB	0,39 cB	1,79 aA
75	0,22 cA	0,12 cB	0,34 cB	1,90 abA	0,25 bcA	0,15 bA	0,40 cA	1,82 aA
100	0,20 cA	0,09 cA	0,29 cA	2,24 aA	0,21 cA	0,10 cA	0,31 dA	2,07 aA

* Letras minúsculas iguais entre os tratamentos dentro da mesma cultivar e variável e maiúsculas iguais entre as cultivares dentro do mesmo tratamento e variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV: CLA (12,75%), CLB (17,60%), CLT (10,88%) e CLA/CLB (19,80%). Média: CLA (0,27 mg.g⁻¹MF), CLB (0,16 mg.g⁻¹MF), CLT (0,43 mg.g⁻¹MF) e CLA/CLB (1,82).

A ingestão de vegetais verdes é considerada saudável e este hábito vem sendo incorporado cada vez mais ao estilo de vida moderna, visando ao bem-estar e à promoção da saúde. Atribui-se à clorofila benefícios sobre praticamente todos os tecidos, órgãos e sistemas do organismo humano, especialmente no que diz respeito à prevenção de doenças coronarianas, de certos tipos de cânceres, diabetes e catarata (LANFER-MARQUEZ, 2003).

Mais de 12.000 substâncias naturais com alguma atividade biológica (antibiótica, hormonal, antioxidante, quimiopreventiva, imunológica, entre outras) já foram identificadas em alimentos vegetais. Estas podem ser denominadas de substâncias fitoquímicas, para ressaltar a sua origem vegetal, e suscitam enorme interesse entre os pesquisadores, na tentativa de correlacionar o seu uso a menores riscos de desenvolver doenças crônico-degenerativas, tais como câncer, aterosclerose, artrite reumatóide e redução da atividade do sistema imunológico, devido à remoção ou ao impedimento da formação de radicais livres e de espécies reativas do oxigênio, que danificam enzimas mitocondriais, membranas plasmáticas e o próprio DNA (VERSCHUREN, 2002)..

Entre os compostos antioxidantes mais conhecidos estão a clorofila, o ácido ascórbico, os tocoferóis, os carotenóides, bem como uma série de compostos fenólicos e polifenólicos, todos eles comumente encontrados em vegetais. Contudo, essas substâncias antioxidantes parecem atuar em sistemas biológicos de uma forma

coordenada, ao produzir uma proteção contra o estresse oxidativo (KITTS, 1997). Na pirâmide dos alimentos, recomenda-se a

ingestão de 3 a 5 porções de hortaliças e frutas por dia e, por consequência, não faltam divulgações nos meios de comunicação de que grande parte dos benefícios para a saúde humana poderia ser atribuída então à clorofila (LANFER-MARQUEZ, 2003).

Apesar da lógica desse raciocínio, existem poucos trabalhos científicos que relacionam a ingestão de clorofila com algum efeito benéfico sobre a saúde humana, embora o assunto não seja recente. Os primeiros estudos foram publicados há mais de 60 anos relatando efeitos antiinflamatórios, além de atividade eritropoiética e anti-hipertensiva (KEPHART, 1955).

Na última década os estudos se concentraram nos efeitos anticancerígenos da clorofila, uma vez que estes estão relacionados, frequentemente, com a atividade antioxidante, embora por um mecanismo indireto. Há alguns estudos que atribuem à clorofila e ao seu derivado sintético, a clorofilina cúprica, potente atividade anti-mutagênica (CHERNORMORSKY et al., 1999).

Várias são as afirmações veiculadas pelos meios de comunicação que procuram atribuir à ingestão de clorofila os mais diferentes benefícios à saúde humana. Algumas enfatizam as doenças do coração, outras, as doenças tumorais e há quem afirme que a clorofila evita queda de cabelo, promove a desinfecção interna do organismo, auxilia no tratamento da hipertensão, na proteção hepática, no diabetes e inúmeros outros efeitos, que de uma maneira ou outra estariam relacionados com o “Bem-Estar” do indivíduo (LANFER-MARQUEZ, 2003).

De qualquer forma, para alguns autores, o núcleo tetrapirrólico da clorofila, da feofitina ou mesmo de alguns derivados dessa molécula, seria capaz de exercer uma atividade antioxidante e quimiopreventiva. A atribuição de atividades quimiopreventivas, apesar do enorme interesse que suscita entre os pesquisadores, ainda fica restrita ao trato gastrointestinal e a explicação mais convincente, até o momento, favorece a teoria da complexação com a substância carcinogênica, à semelhança da fração fibra solúvel e de muitas outras substâncias fitoquímicas presentes em dietas vegetais (LANFER-MARQUEZ, 2003).

O átomo de magnésio, importante para o indivíduo sob ponto de vista bioquímico, é liberado da clorofila em diversas condições de armazenamento e/ou processamento do alimento e até durante a passagem pelo trato gastrointestinal,

tornando-se disponível para a absorção. Entretanto, devido à abundância desse mineral nos alimentos tanto vegetais, como animais, é bastante raro um quadro de deficiência em indivíduos sadios e com alimentação balanceada (LANFER-MARQUEZ, 2003).

Por outro lado, o fitol, que é parte integrante da molécula de clorofila, parece ser responsável por efeitos biológicos importantes, tais como atividade termogênica e atividade inibidora sobre efeitos teratogênicos do retinol. Por outro lado, muitas pesquisas devem ser realizadas, uma vez que não há evidências de que o fitol seja liberado da clorofila durante o processo digestivo. Especula-se que o processamento dos vegetais, a princípio, poderia acarretar a liberação do fitol, que então se tornaria disponível para exercer os efeitos biológicos mencionados (LANFER-MARQUEZ, 2003).

Com relação aos teores de PROL, as cultivares avaliadas responderam semelhantemente. Nas cultivares Brasília e Esplanada ocorreram incrementos significativos, na concentração de 100 mol.m⁻³ de NaCl, da ordem de 75,00% e 270,00% no teor deste osmólito, em relação ao tratamento controle (Tabela 2).

No que se refere aos teores de CST observou-se, na maior concentração salina (100 mol.m⁻³ de NaCl), que em ambas cultivares, ocorreram incrementos significativos (Brasília – 257,21% e Esplanada – 289,13%), em relação ao tratamento controle (Tabela 2).

Os teores de SAC oscilaram entre 16,60 a 36,54 mg.g⁻¹ de tecido foliar fresco para a cultivar Brasília e de 10,69 a 34,45 mg.g⁻¹ de tecido foliar fresco para a cultivar Esplanada, verificando na maior concentração salina, incrementos significativos em ambas cultivares (Brasília – 120,12% e Esplanada – 222,26%), em relação ao tratamento controle (Tabela 2). Vale salientar que incrementos significativos já puderam ser observados em ambas cultivares já a partir de 25 mol.m⁻³ de NaCl, embora não tenha sido observado diferenças intergenotípicas no mais alto nível de salinidade.

Na Tabela 2 pode-se observar que na maior concentração de NaCl, as cultivares avaliadas apresentaram incrementos significativas nos teores de AR quando comparados ao tratamento controle (Brasília – 653,66% e Esplanada – 356,76%).

Tabela 2 - Teores de PROL, CST, SAC e AR em tecido foliar fresco de cenoura submetido ao estresse salino por um período de 56 dias*.

Concentração de NaCl (mol.m ⁻³)	BRASÍLIA				ESPLANADA			
	PROL (mg. g ⁻¹ MF)	CST (mg. g ⁻¹ MF)	SAC (mg. g ⁻¹ MF)	AR (mg. g ⁻¹ MF)	PROL (mg. g ⁻¹ MF)	CST (mg. g ⁻¹ MF)	SAC (mg. g ⁻¹ MF)	AR (mg. g ⁻¹ MF)
0	0,20 dA	22,34 dA	16,60 dA	5,74 dA	0,10 dA	21,26 dA	10,69 eB	10,57 cA
25	0,25 cA	38,21 cA	23,34 cA	14,87 cB	0,24 cdA	41,17 cA	17,09 dB	24,08 bA
50	0,29 bcA	50,30 bA	26,98 cA	23,32 bA	0,27 bcA	47,74 bcA	22,22 cB	25,52 bA
75	0,31 abA	59,76 bA	32,32 bA	27,44 bA	0,31 bA	56,95 bA	28,30 bB	28,65 bA
100	0,35 aA	79,80 aA	36,54 aA	43,26 aA	0,37 aA	82,73 aA	34,45 aA	48,28 aA

* Letras minúsculas iguais entre os tratamentos dentro da mesma cultivar e variável e maiúsculas iguais entre as cultivares dentro do mesmo tratamento e variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV: PROL (12,70%), CST (13,86%), SAC (11,10%) e AR (23,37%). Média: PROL (0,27 mg.g-1MF), CST (50,03 mg.g-1MF), SAC (24,85 mg.g-1MF) e AR (25,17 mg.g-1MF)

A prolina é um aminoácido não essencial e um dos componentes primários da proteína colágeno. Ela é importante para formar o tecido, unir e conferir sustentação a todos os outros. Outro papel relevante deste aminoácido além de fortalecer o músculo cardíaco é a prevenção da arteriosclerose, condição em que ocorre o enrijecimento das paredes das artérias (PAIVA & SANTOS, 2014).

O princípio da nutrição é utilizar os alimentos para promover ou recuperar a saúde, visando o bem-estar do indivíduo e da população em geral. Embora haja no Brasil tabelas nacionais com a composição química dos alimentos, observa-se escassez de dados sobre o teor de aminoácidos presentes nos alimentos. Os aminoácidos são nutrientes versáteis e exercem papel fundamental na integridade celular e, conseqüentemente, no bom funcionamento do organismo humano; e a ingestão adequada desses nutrientes através de uma dieta saudável e equilibrada é fundamental (PAIVA & SANTOS, 2014).

Determinar a quantidade e qualidade de cada aminoácido presente nos diversos alimentos é um desafio e possibilita a elaboração de planos alimentares mais adequados tanto para indivíduos sadios como para os enfermos, buscando atender sua necessidade aminoacídica. Estas informações são de extrema importância para nutricionistas e pesquisadores na área de saúde, com vistas ao atendimento da população em geral e portadores de necessidades nutricionais especiais, além de favorecer o desenvolvimento de produtos e o estabelecimento de programas de alimentação relacionados à saúde pública. O conhecimento do alimento, seus nutrientes

e propriedades são indispensáveis para que os profissionais da área exerçam sua função de forma plena (PAIVA & SANTOS, 2014).

Os macronutrientes fornecem energia e mantêm o estado nutricional aparente do indivíduo. A energia para a construção de novas células é normalmente liberada das reservas corporais, entre elas as reservas proteicas. As proteínas são fundamentais para o processo cicatricial, por estarem diretamente envolvidas na formação da matriz proteica, dos vasos sanguíneos, dos tecidos e na defesa celular. Além disso, nos últimos anos, tem sido salientada a relevância dos aminoácidos arginina e prolina em estudos envolvendo a cicatrização de feridas (FRIAS-SORIANO et al., 2004; RAYNAUD-SIMON et al., 2012).

A prolina e o seu metabólito hidroxiprolina são aminoácidos únicos, tanto química quanto bioquimicamente. Eles constituem um terço dos aminoácidos constituintes do colágeno, que compreende cerca de 30% das proteínas do corpo. São os principais componentes extracelulares nos tecidos conjuntivos. Estão presentes na pele, tendões, cartilagens, vasos sanguíneos e ossos. Ela desempenha importante papel no metabolismo e

nutrição, bem como na cicatrização de feridas, reações de antioxição, e respostas imunes (WU et al., 2011; RAYNAUD-SIMON, 2012).

A prolina é fundamental para a síntese de colágeno e outras proteínas e o corpo mantém um controle rigoroso sobre a biodisponibilidade deste aminoácido. Durante os primeiros 10 dias do início do processo de cicatrização, os níveis de prolina na ferida são 30-50% maiores do que os níveis plasmáticos, sugerindo que a importação de prolina na ferida ocorre ativamente ou que a biossíntese da prolina ocorre no ambiente da ferida. A alta demanda de prolina durante o reparo da ferida pode causar uma deficiência local de prolina e, teoricamente, aumentar a biodisponibilidade da prolina seria uma estratégia atraente para otimizar a biossíntese de colágeno (ALBAUGH et al., 2017).

Os carboidratos são compostos químicos formados por átomos de carbono (C), oxigênio (O) e hidrogênio (H), sob a estrutura de $(CH_2O)_n$. Os carboidratos podem ser encontrados isolados na forma de monossacarídeos (glicose, frutose e galactose), em pares na forma de dissacarídeos (lactose, sacarose e maltose) ou em grandes quantidades como oligossacarídeos (3 a 9 carbonos) ou polissacarídeos (10 carbonos ou mais). A maior parte dos hidratos de carbono é de origem vegetal e tem função principalmente energética (FONTAN & AMADIO, 2015). Contudo, alguns autores

reportam funções estruturais, como participação na estrutura dos cromossomos e genes (SILVA et al., 2008).

Carboidratos são importantes substratos energéticos para a contração muscular durante o exercício prolongado realizado sob intensidade moderada e em exercícios de alta intensidade e curta duração. A utilização de estratégias nutricionais, envolvendo a ingestão de uma alimentação rica em carboidratos antes da prática de exercícios físicos, aumentam as reservas de glicogênio tanto muscular quanto hepático. Já a ingestão de carboidratos durante o esforço ajuda a manutenção da glicemia sanguínea e a oxidação destes substratos. Após o esforço a ingestão de carboidratos visa repor os estoques depletados e garantir padrão anabólico (CYRINO & ZUCAS, 1999).

As dietas pouco calóricas têm apresentado uma inclinação à fadiga precoce e falta de rendimento durante treinos de alta intensidade (DUHAMEL, 2006). Soares e colaboradores (2001) destacam que o organismo estoca carboidratos sob a forma de glicogênio, tanto no fígado quanto nos músculos. Enquanto o glicogênio muscular é usado exclusivamente pelos músculos, o hepático é utilizado para a manutenção da glicemia e com o objetivo de suprir as necessidades energéticas do cérebro, do sistema nervoso e de outros tecidos.

Biesek e colaboradores (2005) destacam que o valor nutricional dos alimentos é influenciado por algumas propriedades dos carboidratos: absorção no intestino delgado (digestibilidade e velocidade), metabolismo dos monômeros absorvidos e produtos da fermentação no intestino delgado (digestibilidade, velocidade e natureza). A extensão da digestão no intestino delgado (digestibilidade) determina a fração do carboidrato total que passará ao intestino grosso para ser fermentado. A digestibilidade do carboidrato é considerada a mais importante propriedade nutricional. A velocidade de absorção no intestino delgado determinará as respostas glicêmicas e hormonais após uma refeição, sendo expressa como índice glicêmico.

A sacarose é o carboidrato de baixa massa molecular mais abundante. É produzido em larga escala por diversos países, principalmente para usos alimentares, pois é um alimento natural e amplamente utilizado como ingrediente. É um dissacarídeo não redutor constituído de dois monossacarídeos, D-glicose e D-frutose, que estão ligados entre si através dos seus carbonos anoméricos (DRATHS & WARDS, 1992).

A taxa na qual os dissacarídeos são digeridos, absorvidos e metabolizados são diferentes (FEIJÓ, 2010). Após a metabolização da sacarose serão liberadas mo-

lúcidas de glicose e frutose. A concentração de glicose tem um papel importante no controle do apetite. No que se refere à sacarose, o consumo de mais de 50 g de açúcar, entre 20 a 60 minutos antes de uma refeição, resulta na redução do consumo alimentar, sugerindo que o centro regulador do apetite responde ao conteúdo energético do açúcar (ANDERSON & WOODEND, 2003).

A sacarose pode atuar como um biomarcador de saciedade, atuando como fator importante na regulação da ingestão energética, principalmente devido a sua regulação metabólica, estoque limitado e substrato fundamental como fonte energética para o sistema nervoso central (DE GRAAF et al., 2004). A ingestão de sacarose, em alguns estudos diminuiu o consumo de energia na refeição seguinte (WOODEND & ANDERSON, 2001). Parece que a energia de sacarose é compensada pela redução de ingestão de energia proveniente de outras fontes (SALMENKALLIO-MARTILLA et al., 2009).

Os açúcares redutores em altas concentrações na célula atuam estabilizando algumas estruturas macromoleculares, o que contribui para restabelecer a integridade da membrana plasmática. Os açúcares redutores são chamados assim porque são bons agentes redutores, doando elétrons (oxidando) em reações com os metais alcalinos (ORCUTT & NILSEN, 2000). A capacidade de reduzir outras substâncias está ligada ao fato de que os açúcares redutores possuem uma hidroxila (OH) livre em suas composições, ou seja, estas OH conseguem se unir a outras substâncias para reduzi-las. Os principais açúcares redutores são a

frutose, a lactose, a maltose e a glicose. No entanto, a sacarose conhecido como açúcar comum ou de mesa, não é um açúcar redutor (TUDO EM FOCO, 2017).

Os açúcares redutores possuem diversas funções no organismo humano, principalmente a de gerar energia para as células e para o corpo como um todo. Tanto a sacarose, quanto frutose ou lactose são importantes em várias reações químicas dentro das células. Por este motivo não é aconselhado retirar ou diminuir os níveis de consumo de açúcares redutores no organismo para não prejudicar seu funcionamento. No entanto, o excesso de consumo de alimentos compostos essencialmente de açúcares também não é aconselhado, já que o excesso de açúcares redutores no organismo pode prejudicar o controle da produção de insulina, que é um hormônio produzido pelo pâncreas para regular os níveis de açúcar no sangue. Sendo assim, o ideal de se consumir açúcares redutores é por meio da ingestão de alimentos naturais, principalmente as hortaliças (TUDO EM FOCO, 2017).

Observou-se quanto ao teor de CAR que a salinidade não provocou nenhum efeito em ambas cultivares (Brasília e Esplanada) (Tabela 3). O que se observou foi uma tendência à redução deste composto orgânico nessas cultivares (Brasília – 16,67% e Esplanada – 33,33%) quando submetidas ao maior nível de salinidade (100 mol.m⁻³ de NaCl) (Tabela 3).

Já com relação aos teores de FT, em ambas cultivares (Brasília e Esplanada), a salinidade (100 mol.m⁻³ de NaCl) provocou incrementos da ordem de 210,53% e 316,33%, respectivamente, em relação ao tratamento controle (Tabela 3). Vale salientar que incrementos significativos já puderam ser observados em ambas cultivares já a partir de 25 mol.m⁻³ de NaCl e que no mais alto nível de salinidade se observou, inclusive, diferenças intergenotípicas (Tabela 3).

Em ambas cultivares (Brasília e Esplanada), ocorreu aumento significativo nos teores de PS. Na cultivar Brasília, o teor de PS variou de 0,57 a 2,04 mg.g⁻¹ de tecido foliar fresco, representando um incremento na ordem de 257,89%. Por outro lado, na cultivar Esplanada, o teor de PS variou de 0,73 a 2,61 mg.g⁻¹ de tecido foliar fresco, representando um incremento na ordem de 257,53% (Tabela 3). Observou-se também diferenças intergenotípicas em todos os tratamentos analisados, o que pode caracterizar comportamentos específicos, e não similares, para essa variável (Tabela 3).

Tabela 3 - Teores de CAR, FT e PS em tecido foliar fresco de cenoura submetido ao estresse salino por um período de 56 dias*.

Concentração de NaCl (mol.m ⁻³)	BRASÍLIA			ESPLANADA		
	CAR (mg. g ⁻¹ MF)	FT (mg. g ⁻¹ MF)	PS (mg. g ⁻¹ MF)	CAR (mg. g ⁻¹ MF)	FT (mg. g ⁻¹ MF)	PS (mg. g ⁻¹ MF)
0	0,06 aA	0,57 dA	0,57 eB	0,06 aA	0,49 eA	0,73 eA
25	0,05 aA	1,27 cA	1,20 dB	0,06 aA	1,18 dB	1,40 dA
50	0,05 aA	1,51 bA	1,41 cB	0,05 aA	1,45 cA	1,97 cA
75	0,05 aA	1,67 aA	1,81 bB	0,05 aA	1,61 bA	2,39 bA
100	0,05 aA	1,77 aB	2,04 aB	0,04 aA	2,04 aA	2,61 aA

* Letras minúsculas iguais entre os tratamentos dentro da mesma cultivar e variável e maiúsculas iguais entre as cultivares dentro do mesmo tratamento e variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV: CAR (31,77%), FT (6,12%) e PS (8,19%). Média: CAR (0,05 mg.g⁻¹MF), FT (1,36 mg.g⁻¹MF) e PS (1,61 mg.g⁻¹MF).

Os carotenoides são pigmentos que, durante a fotossíntese, podem desempenhar duas funções distintas: absorção de luz nos complexos de captação da mesma atuando como pigmentos acessórios e exercendo ação fotoprotetora do aparato fo-

toquímico (KERBAUY, 2004) prevendo danos foto-oxidativos às moléculas de clorofila (RAVEN et al., 2007).

Os vegetais possuem dois tipos de metabólitos: primários e secundários. Enquanto os metabólitos primários respondem pela sobrevivência do vegetal, exercendo função ativa nos processos de fotossíntese, respiração e assimilação de nutrientes; os metabólitos secundários estão intimamente associados a estratégias de defesa das plantas (NASS, 2007). Os principais metabólitos secundários são distribuídos em três grupos de acordo com sua rota biossintética: terpenoides, compostos fenólicos e compostos contendo nitrogênio (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Os carotenóides são geralmente tetraterpenóides, de coloração amarela, laranja ou vermelha. São encontrados em vegetais e classificam-se em carotenos ou xantofilas. Os carotenos são hidrocarbonetos poliênicos com variados graus de insaturação, e as xantofilas são sintetizadas a partir dos carotenos, por meio de reações de hidroxilação e epoxidação. O β -caroteno e o licopeno são exemplos de carotenos, enquanto a luteína e a zeaxantina são xantofilas (AMBRÓSIO et al., 2006).

Em decorrência da presença das insaturações, os carotenóides são sensíveis à luz, temperatura, acidez, bem como reações de oxidação. São compostos hidrofóbicos, lipofílicos, solúveis em solventes como acetona, álcool e clorofórmio. Dos mais de 600 carotenóides conhecidos, aproximadamente 50 são precursores da vitamina A (Retinol) (AMBRÓSIO et al., 2006). Entre os carotenóides, o β -caroteno é o mais abundante em alimentos e o que apresenta a maior atividade de vitamina A. Tanto os carotenóides precursores de vitamina A como os não precursores, como a luteína, a zeaxantina e o licopeno, parecem apresentar ação protetora contra o câncer (KIM et al., 2001), e os possíveis mecanismos de proteção são por intermédio do sequestro de radicais livres, modulação do metabolismo do carcinoma, inibição da proliferação celular, aumento da diferenciação celular via retinóides, estimulação da comunicação entre as células e aumento da resposta imune (OLSON, 1999).

O β -caroteno é um potente antioxidante com ação protetora contra doenças cardiovasculares (GALE et al., 2001; OSGANIAN et al., 2003). A oxidação do LDL-colesterol é fator crucial para o desenvolvimento da aterosclerose e o β -caroteno atua inibindo o processo de oxidação da lipoproteína. Estudos apontam que a luteína e a zeaxantina, que são amplamente encontradas em vegetais verde-escuros, parecem exercer uma ação protetora contra degeneração macular e catarata (LANDRUM & BONE, 2001).

Vários efeitos promotores da saúde têm sido atribuídos aos carotenoides, tais como: melhoria da resposta imunológica contra infecções, proteção da mucosa gástrica contra úlceras e redução do risco de desenvolver doenças crônicas degenerativas, como câncer, doenças cardiovasculares, degeneração muscular relacionada à idade e catarata. Além disso, os carotenoides também foram identificados como potenciais inibidores da doença de Alzheimer (BAKÓ et al., 2002; DUTTA et al., 2005; RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008). Essas atividades fisiológicas apresentadas não possuem relação com a atividade vitamínica A e têm sido atribuídas às suas propriedades antioxidantes, especificamente à capacidade de sequestrar o oxigênio singlete, que tem sido amplamente demonstrada e relacionada com processos celulares diversos tais como o mecanismo de defesa contra vírus e bactérias promovido por células fagocitárias, e interagir com os radicais livres (PALOZZA & KRINSKY, 1992; BARREIROS & DAVID, 2006).

As substâncias fenólicas são uma classe extensa de antioxidantes caracterizados por apresentarem, em sua estrutura, pelo menos um anel aromático e, como substituintes, hidroxilas acopladas à estrutura do anel (SROKA & CISOWSKI, 2003). Estão presentes nos vegetais nas formas livres ou conjugadas. São produtos do metabolismo secundário dos vegetais, e sabe-se que, além de desempenharem funções de proteção, em decorrência da propriedade antioxidante, contribuem para qualidades sensoriais de vegetais como cor e adstringência (BORGUINI, 2006). O conteúdo final de compostos fenólicos presente nas frutas e hortaliças pode estar relacionado a fatores como: maturação, espécie, práticas de cultivo, origem geográfica, estágio de crescimento, condições de colheita e processo de armazenamento (KIM et al., 2003).

A oxidação é um processo essencial aos organismos aeróbios e ao nosso metabolismo, sendo os radicais livres produzidos naturalmente, como consequência desse processo de oxidação, ou por alguma disfunção biológica. Nestes radicais, o elétron desemparelhado encontra-se no átomo de oxigênio ou nitrogênio, sendo, portanto, estes radicais classificados como espécies reativas do oxigênio (ERO) ou espécies reativas do nitrogênio (ERN) (BARREIROS & DAVID, 2006). No organismo, os radicais livres desempenham diversos papéis, como produção de energia, fagocitose, regulação do crescimento celular, sinalização intercelular e síntese de substâncias biológicas importantes. Entretanto, o excesso deles pode ser responsável por uma série de efeitos deletérios como peroxidação de lipídios de membrana, agressão às proteínas dos tecidos e das membranas, às enzimas, carboidratos e DNA, causando danos às membranas, perda de fluidez da mesma, e levando ao surgimento de câncer, como consequência de alterações no DNA, envelhecimento

precoce, doenças cardiovasculares, degenerativas e neurológicas, choque hemorrágico, catarata, entre outras doenças (BARREIROS & DAVID, 2006; RATHEE et al., 2006; ALVES et al., 2010).

As proteínas são frequentemente degradadas e restabelecidas de forma a assegurar a reutilização de aminoácidos e adequar o conteúdo protéico para fazer frente às condições ambientais (PIZA et al., 2003). A síntese de proteínas ocorre nas células vivas sob a influência de sistemas enzimáticos, e a ligação peptídica é repetida, formando cadeias longas de resíduos de aminoácidos. No entanto, a degradação de proteínas, seja química (por reação com ácidos ou álcalis) ou enzimática, leva à formação de polímeros menores e, finalmente, aos aminoácidos livres (DOSSIÊ PROTEÍNAS, 2017).

Proteínas são componentes essenciais a todas as células vivas e estão relacionadas praticamente a todas as funções fisiológicas. São utilizadas na regeneração de tecidos; funcionam como catalisadores nas reações químicas que ocorrem nos organismos vivos e que envolvem enzimas ou hormônios; são necessárias nas reações imunológicas e, juntamente com os ácidos nucleicos, são indispensáveis nos fenômenos de crescimento e reprodução (DOSSIÊ PROTEÍNAS, 2017).

Essenciais para o organismo, as proteínas estão presentes em diversos tipos de alimentos, em maior ou menor quantidade, e quando são ingeridas, são absorvidas para, enfim, desempenhar diversas funções no organismo, seja na composição do músculo, propiciando a sua contração (actina e miosina), na defesa do organismo (imunoglobulina), na transformação de energia, como catalizadora de reações químicas (enzima), como receptores de membrana, no transporte de oxigênio (hemoglobina) e como reguladora (hormônio) (DOSSIÊ PROTEÍNAS, 2017).

4 CONCLUSÃO

Com base nos resultados apontados pela presente pesquisa foi possível concluir que:

- A salinidade provocou em ambas cultivares reduções significativas nos teores de clorofilas A, B e total e incrementos significativos nos teores de prolina, carboidratos solúveis totais, sacarose, açúcares redutores, fenóis totais e proteínas solúveis.
- Pode-se observar que a cultivar Esplanada comportou-se mais adaptada às condições salinas em relação a cultivar Brasília por apresentar maiores aumentos na produção de solutos compatíveis no intuito de ajustar-se osmoticamente.
- A exploração da cultura da cenoura em região semiárida do Nordeste brasileiro é uma alternativa viável como fonte nutricional para a população dessa região, uma vez que, a salinidade foi um fator gerador

para o aumento das concentrações de diversos compostos orgânicos no tecido foliar.

- A utilização de compostos orgânicos na alimentação humana proporciona melhoria na qualidade de vida e bem-estar da população, além de servir como fator de prevenção a diversas patologias agudas e crônicas.

Para a indicação da cultivar tolerante a essas condições salinas se faz necessário correlacionar os dados obtidos nesta pesquisa a outras variáveis que envolvam o processo de germinação, crescimento e expressão gênica.

REFERÊNCIAS

ALBAUGH, V. L.; MUKHERJEE, K.; BARBUL, A. Proline precursors and collagen synthesis: Biochemical Challenges of Nutrient Supplementation and Wound Healing. **Nutrition Journal**, v. 147, p.2011-7, 2017.

ALVES, C. Q.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P.; BAHIA, M. V.; AGUIAR, R. M. Métodos para determinação de atividade antioxidante *in vitro* em substratos orgânicos. **Journal of Chemistry** v.33, n.10, p.2202-10, 2010.

AMBRÓSIO, C. L. B.; SIQUEIRA, C. F. A. C.; FARO, Z. P. Carotenóides como alternativa contra a hipovitaminose A. **Rev Nutr**, v.19, n.2, p.233-43, 2006.

ANDERSON, G. H.; WOODEND, D. Consumption of sugars and the regulation of short-term energy intake. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 78, p.843-49, 2003.

ARNON, D. I. Cooper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenol oxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v.24, p.1-15, 1949.

BAKÓ, E.; DELI, J.; TÓTH, G. HPLC: study on the carotenoid composition of calendula products. **Journal Biochemistry Biophys**, v.53, p.241-50, 2002.

BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Journal of Chemistry**, v.29, n.1, p.113-23, 2006.

BATES, L. S.; WALDREN, R. P.; TEARE, I. D. Rapid determination of free proline for water-stress studies. **Plant Soil**, v.39, p.205-7, 1973.

BEZERRA NETO, E., BARRETO, L.P. **Análises químicas e bioquímicas em plantas**. Recife: UFRPE - Editora Universitária, 2011.267p.

BIESEK, S., ALVES, L. A.; GUERRA, I. **Estratégias de nutrição e suplementação no esporte**. São Paulo: Manole, 2005.

BORGUINI, R. G. Avaliação do potencial antioxidante e de algumas características físico-químicas do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional. Tese - Faculdade de Saúde Pública da USP, 2006.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the determination of microgram quantities of protein utilizing the principle of Protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v.72, p.248-54, 1976.

CASTILHO JÚNIOR, O. M.; OLIVEIRA, A. P. Caracterização físico-química da farinha da folha de cenoura (*Daucus carota*) e a aplicação na elaboração de produtos alimentícios. **Revista Brasileira Tecnologia Agroindustrial**, v.7, n.2, p.1098-1105, 2013.

CHERNORMORSKY, S.; SEGELMAN, A.; PORETZ, R. D. Effect of dietary chlorophyll derivatives on mutagenesis and tumor cell growth. **New Yorker Revista**, v.19, p.313-322, 1999. CYRINO, E. S.; ZUCAS, S. M. Influência da ingestão de carboidratos sobre o desempenho físico. **Revista Educação Física**, v.10, n.1, p.73-9, 1999.

DE GRAAF, C.; BLOW, W. A.; SMEETS, P. A.; STAFLEV, A.; HENDRIKS, H. F. Biomarkers of satiation and satiety. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.79, p.946-61, 2004.

DOSSIÊ PROTEÍNAS. Food Ingredientes Brasil, nº22, 2012:58-68. Disponível em: <http://www.revista-fl.com/materiais/245.pdf>. Acesso em 10 abr 2020]

DRATHS, K. M.; WARDS, T. L. **Journal American Chemistry**, v.114, p.975, 1992. DUHAMEL, T. A. Comparative Effects of a Low Carbohydrate Diet and Exercise Plus a Low Carbohydrate Diet on Muscle Sarcoplasmic Reticulum Responses in Males. **American Journal Physiology Cell**, v.291, p.607-17, 2006.

DUTTA, D.; CHAUDHURI, U. R.; CHAKRABORTY, R. Structure, health benefits, antioxidant property and processing and storage of carotenoids. **African Journal Biotechnology**, v.4, n.13, p.1510-20, 2005.

FEIJÓ, F. M. Efeito da suplementação com sacarina e sacarose no ganho de peso e consumo energético em ratos Wistar com dieta não restrita. Dissertação - Faculdade de Medicina da UFRGS, 2010.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008.

FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal Experimental Botany**, v.55, n.369, p.307-19, 2004.

FONTAN, J. S.; AMADIO, M. B. O uso do carboidrato antes da atividade física como recurso ergogênico: revisão sistemática. **Revista Brasileira de Medicina Esportiva**, v.21, n.2, p.153-57, 2015.

FRÍAS-SORIANO, L.; LAGE-VAZQUEZ, M. A.; MARISTANY, C. P. The effectiveness of oral nutritional supplementation in the healing of pressure ulcers. **Journal Wound Care**, v.13, p.319-22, 2004.

GALE, C. R.; ASHURST, H. E.; POWERS, H. J.; MARTYN, C. N. Antioxidant vitamin status and carotid atherosclerosis in the elderly. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.74, n.3, p.402-8, 2001.

- GALLAGHER, M. Vitaminas. In: MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. 11 ed. São Paulo: Roca, p.72-114, 2005..
- HORWITZ, W. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. **Journal Association Official Analytical Chemists**. 1980.
- KEPHART, J. C. Chlorophyll derivatives, their chemistry, commercial preparations and uses. **Economic Botany**, v.9, p.3-38, 1955.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.
- KIM, D. O.; JEONG, S. W.; LEE, C. Y. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. **Food Chemistry**, v.81, p.231-36, 2003.
- KIM, M. K.; AHN, S. H.; LEE-KIM, Y. C. Relationship of serum alfa-tocopherol, carotenoids and retinol with the risk of breast cancer. **Nutrition Research**, v.21, p.797-809, 2001.
- KITTS, D. D. An evaluation of the multiple effects of the antioxidant vitamins. **Trends Food Science and Technology**, v.8, p.198-203, 1997.
- LANDRUM, J. T.; BONE, R. A. Lutein, zeaxanthin, and the macular pigment. **Archives Biochemistry and Biophysics**, v.385, n.1, p.28-40, 2001.
- LANFER - MARQUEZ, U. M. O papel da clorofila na alimentação humana: uma revisão. **Revista Brasileira de Ciência Farmacêutica**, v.39, n.3, p.227-42, 2003.
- LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Method Enzymology**, v.148, p.350-82, 1987.
- MARQUELLI, W. A.; OLIVEIRA, R. A.; SILVA, W. L. C. **Irrigação na cultura da cenoura**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007.
- MATTOS, L. L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista Saúde Pública**, v.34, p.50-5, 2003.
- MUNNS, R.; RICHARD, A.; JAMES, R. A.; LAUCHLI, A. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. **Journal Experimental Botany**, v.57, n.5, p.1025-43, 2006. NASS, L. L. **Recursos genéticos vegetais**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos Vegetais e Biotecnologia, 2007.
- OLSON, J. A. Carotenoids and human health. **Latin America Archives**, v.49, n.1, p.7-11, 1999.
- ORCUTT, D. M.; NILSEN, E. T. **The physiology of plants under stress-soil and biotic factors**. New York: John Wiley e Sons, 2000.
- OSGANIAN, S. K.; STAMPFER, M. J.; RIMM, E.; SPIEGELMAN, D.; MANSON, J. E.; WILLETT, W. C. Dietary carotenoids and risk of coronary artery disease in women. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.77, n.6, p.1390-9, 2003.

- PAIVA, I. C. S. M.; SANTOS, L. N. Tabela unificada de aminoácidos presentes nos alimentos. **Revista Educação**, v.9, n.2, 2014.
- PALOZZA, P.; KRINSKY, N. I. β -carotene and α -tocopherol are synergistic antioxidants. **Archives Biochemistry and Biophysics**, v.297, n.1, p.184-87, 1992.
- PIZA, I. M. T.; LIMA, G. P. P.; BRASIL, O. G. Atividade de peroxidase e concentrações de proteínas em plantas de abacaxizeiro micropropagadas em meio salino. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.9, n.4, p.361-66, 2003.
- RATHEE, J. S.; HASSARAJANI, S. A.; CHATTOPADHYAY, S. Antioxidant activity of *Mammea longifolia* bud extracts. **Food Chemistry**, v.99, n.3, p.436-43, 2006.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 7.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.
- RAYNAUD-SIMON, A.; BELABED, L.; LE NAOUR, G. Arginine plus proline supplementation elicits metabolic adaptation that favors wound healing in diabetic rats. **American Journal of Physiology-Regulatory Integrative and Comparative**, v.303, p.1053-6, 2012.
- RIBEIRO, M. R.; FREIRE, F. J.; MONTENEGRO, A. A. A. Solos halomórficos no Brasil: ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S.; ALVAREZ, V. H. **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.165-208, 2003.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes de carotenoides: tabela brasileira de composição de carotenoides em alimentos**. Brasília: Ministério de Meio Ambiente/Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2008. SALMENKALLIO-MARTILLA, M.; DUE, A.; GUNNARSDOTTIR, I.; KARHUNEN, L. S. M. Satiety, weight management and foods – Literature review, **Nordic Innovation Center**, 2009.
- SILVA, A. L.; MIRANDA, G. D. F.; LIBERALI, R. A influência dos carboidratos antes, durante após-treinos de alta intensidade. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v.2, n.10, p.211-14, 2008.
- SILVA, F. A. Z.; AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. World Congress on Computers in Agriculture; New York. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, 2009.
- SOARES, E. A.; FERREIRA, A. M. D.; RIBEIRO, B. G. Consumo de carboidratos e lipídios no desempenho em exercícios de ultraresistência. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.7, n.2, p.67-74, 2001.
- SOMOGYI, M. Notes on sugar determination. **Journal Biology Chemistry**, v.195, p.19-23, 1952.

SROKA, Z.; CISOWSKI, W. Hydrogen peroxide scavenging, antioxidant and anti-radical activity of some phenolic acids. **Food Chemistry Toxicology**, v.41, p.753-58, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TUDO EM FOCO. Açúcares Redutores [acesso em 16 mai 2017]. Disponível em: <https://www.tudoemfoco.com.br>.

VAN HANDEL, E. Direct microdetermination of sucrose. **Analitical Biochemistry**, v.22, n.2, p.280-83, 1968.

VERSCHUREN, P. M. Functional foods, scientific and global perspectives. **British Journal of Nutrition**, v.88, n.2, p.125-30, 2002.

WOODEND, D. M.; ANDERSON, G. H. Effect of sucrose and safflower oil preloads on short-term appetite and food intake of young men. **Appetite**, v.37, p.185-95, 2001.

WU, G.; BAZER, F. W.; BURGHARDT, R. C. Proline and hydroxyproline metabolism: implications for animal and human nutrition. **Amino Acids**, v.40, p.1053-63, 2011.

YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **The Journal of Biochemistry**, v.57, p.508-14, 1954.

CAPÍTULO 2

PRODUÇÃO DE PETTIT SUISSE DE CUPUAÇU (*THEOBROMA GRANDIFLORUM* *SHUM*) COM BASE DE QUEIJO MINAS E QUEIJO RICOTA

ORGANIC COMPOUNDS IN CARROT CULTIVARS UNDER SALINE STRESS AND THEIR CONTRIBUTIONS TO HUMAN HEALTH

*Patrick Gomes de Souza*¹
*Danielle Cordeiro de Souza*²
*Helyde Albuquerque Marinho*³

DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.2

¹ Instituição. ORCID. E-mail. (é obrigatório informar o email).
² Instituição. ORCID. E-mail.
³ Instituição. ORCID. E-mail.

RESUMO

Cupuaçu é uma baga drupácea, elipsoidea ou oblonga, com extremidades obtusas ou arredondadas, com comprimento entre 12 e 25 cm e diâmetro de 10 a 12 cm, pesando de 500 a 2500 g. O endocarpo ou polpa, parte mais utilizada, apresenta gosto bastante ácido e aroma intenso. O objetivo do trabalho foi comparar o perfil físico-químico e sensorial de dois tipos de queijo pettit suisse sabor cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) elaborados com base de queijo minas e queijo ricota. A polpa de cupuaçu e os queijos obtidos foram avaliados quanto a sua acidez, pH, sólidos solúveis totais e grau de doçura. Os produtos gerados foram avaliados quanto a qualidade microbiológica quanto a quantificação de mesófilos, bolores e leveduras, coliformes fecal, *Staphylococcus aureus* e na verificação da presença de *Salmonella*. O teste sensorial foi feito com 27 provadores não treinados, que receberam fichas sensoriais de aceitabilidade e preferência. Entre os resultados destaca-se 83,13% para o pettit suisse de cupuaçu elaborado com queijo minas, ficando com 74,07% o pettit elaborado com ricota. Concluiu-se que ambos os produtos apresentaram qualidade microbiológica exigida pela legislação, com resultados negativos para microrganismos patogênicos, demonstrando que foram elaborados dentro dos padrões de segurança alimentar e manuseadas adequadamente, onde o pettit com melhores resultados sensoriais foi o elaborado com queijo minas.

Palavras-chave: Pettit Suisse. Cupuaçu. Qualidade. Sensorial. Queijo.

ABSTRACT

Cupuaçu is a drupaceous, ellipsoid or oblong berry, with obtuse or rounded ends, between 12 and 25 cm in length and 10 to 12 cm in diameter, weighing from 500 to 2500 g. The endocarp or pulp, the most used part, has a very acid taste and intense aroma. The objective of the work was to compare the physical-chemical and sensory profile of two types of cupuaçu pettit suisse cheese (*Theobroma grandiflorum*) made with Minas cheese and ricotta cheese. The cupuaçu pulp and the cheeses obtained were evaluated for their acidity, pH, total soluble solids and degree of sweetness. The products generated were evaluated for microbiological quality, as for the quantification of mesophytes, molds and yeasts, fecal coliforms, *Staphylococcus aureus* and for the presence of *Salmonella*. The sensory test was carried out with 27 untrained tasters, who received sensory files of acceptability and preference. Among the results, 83.13% stands out for the cupuaçu pettit suisse made with Minas cheese, with 74.07% being the pettit made with ricotta. It was concluded that both products presented microbiological quality required by the legislation, with negative results for pathogenic microorganisms, demonstrating that they were pre-

pared within the standards of food safety and handled properly, where the pettit with the best sensory results was the one made with Minas cheese.

Keywords: Pettit Suisse. Cupuaçu. Quality. Sensory. Cheese.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil tem poucos dados de estudos científicos envolvendo a produção de queijos Pettit Suisse, apesar de ser um produto com amplo mercado. Um dos produtos mais procurados pelo público infantil nos supermercados, rico em diversos nutrientes como minerais, vitaminas, proteínas. Apesar da demanda os produtos não são fabricados com frutos amazônicos o que pode gerar uma futura ampliação de venda e expansão de mercado local e nacional. O fruto do cupuaçu tem sido empregado na produção de alimentos e cosméticos em todo o Brasil, se tornando um fruto conhecido e com elevada produção no Estado do Amazonas.

Visto que o público brasileiro é familiarizado com esse ingrediente que desperta interesse pelo seu aroma e sabor únicos o trabalho teve como objetivo elaborar o queijo tipo Pettit Suisse sabor de cupuaçu. O Pettit Suisse pode ser obtido pela base de um queijo macio e saboroso, sendo muito usados em sua produção os queijos ricota, minas, minas frescal. O presente estudo pode gerar o interesse industrial pelo fruto e, futuramente, uma nova demanda para seu consumo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O queijo pettit suisse é um produto fresco comumente consumido pelo público infantil (RENHE *et al*, 2018) e fabricado a partir de leite pasteurizado ou UHT. De acordo com a Instrução Normativa Nº 53, de 29 de dezembro de 2000, “Entende-se por queijo Petit Suisse, o queijo fresco, não maturado, obtido por coagulação do leite com coalho e/ou de enzimas específicas e/ou de bactérias específicas, adicionado ou não de outras substâncias alimentícias” (MAPA, 2000). Em termos práticos é uma base adicionada de creme de leite, para aumentar seu teor de lipídios, queijo, com ou sem adição de aditivos e ingredientes, como o soro de queijo, possui sabor adocicado e consistência macia (TIMPLERLEY & NORMAN, 1997). No Brasil, pode ser usada a técnica de centrifugação durante seu processamento. Fora do país é comum o uso de microfiltração (VEIGA & VIOTTO, 2001).

O produto está em diversas prateleiras no mercado e seu consumo vem crescendo nos últimos anos. O pettit suisse apresenta boas condições para manter viabilidade como um produto probiótico (BARCELOS, 2017). Probióticos são microrganismos vivos que, quando ingeridos, chegam ao intestino e são capazes de conferir

benefícios ao hospedeiro (SAAD, 2006). Atualmente o petit suisse é comercializado nos sabores de morango e chocolate. Um dos queijos macios preferidos pelos franceses, foi inventado no século XIX por Charles Gervais, um trabalhador suíço da Normandia. Seu formato mais comum é redondo ou cilíndrico, são feitos de leite de vaca pasteurizado e normalmente são vendidos na forma pastosa (QUEIJOS NO BRASIL, 2015).

Devido a essa pouca variedade de sabores, surgiu o interesse em elaborar petit suisse sabor cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum) enriquecido com soro em face às apreciáveis atribuições sensoriais do fruto e aos nutrientes encontrados no soro de queijo. O soro é um subproduto da indústria de queijos e devido à sua baixa concentração de matéria sólida (6-7% w/v) é considerado um efluente (RECH, 2003), sendo descartado em rede pluvial, constituindo assim um crime ambiental de acordo com a lei 9.605/98 (BARBOSA *et al.*, 2004), por fazer DBO – demanda biológica de oxigênio – na água.

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) é uma fruteira nativa da floresta tropical úmida bastante disseminado na Amazônia (MELO *et al.*, 2021), seu fruto apresenta excelentes perspectivas de aproveitamento pelas agroindústrias. As sementes constituem matéria-prima para fabricação do cupulate, um produto similar ao chocolate, além de outros produtos industrializados (VILLACHICA, 1996; NAZARÉ, 1997). Os frutos apresentam casca rígida com coloração marrom, sabor ácidos e aroma característico e acentuado, é consumido na forma de doces, sucos, geleias e comercializado como ingrediente de bombons e iogurtes.

O petit suisse tem grande aceitação no mercado nacional, porém quando comparado com outros países seu consumo ainda é baixo. Dessa forma, a presente pesquisa teve como objetivo comparar a avaliação sensorial de dois tipos de queijo petit suisse sabor cupuaçu elaborados com queijo minas e com queijo ricota.

3 METODOLOGIA

3.1 Materiais usados

Foram usados leite integral tipo UHT, da empresa Tradição, adquirido no mercado da cidade de Manaus. Soro de queijo oriundo da Fazenda São Luis, do distrito de Murumurutuba, no município amazonense de Careiro da Várzea. Queijo ricota e queijo minas frescal comercial. Frutos de cupuaçu adquiridos no comércio de Manaus.

3.2 Delineamento Experimental

Foram elaborados dois tipos de queijos petit suisse, um deles usando como base o queijo ricota e o outro usando queijo minas frescal. Os tratamentos receberam dosagem de açúcar e polpa de fruta.

3.3 Obtenção da Polpa e Análises Físico-químicas

3.3.1 Obtenção da polpa

Os frutos foram adquiridos no comércio de Manaus e levados ao Laboratório de Alimentação e Nutrição (LAN), dessa instituição. Esses frutos foram selecionados quanto ao grau de maturação e injúrias, lavados em água corrente e despolpados. A polpa foi obtida em despolpadeira elétrica e armazenada em sacos plásticos, em freezer, até o momento do uso.

3.3.2 Avaliação Física dos Frutos

Os frutos foram avaliados quanto ao peso, com auxílio de uma balança eletrônica, tamanho, altura e diâmetro, que foram determinados através de medição direta em paquímetro. A porcentagem do rendimento em polpa do fruto foi calculada pela divisão do peso da polpa pelo peso do fruto e o resultado multiplicado por 100.

3.3.3 Avaliações Físico-químicas da Polpa dos Frutos

- Acidez Total: foi determinada por titulação com NaOH 0,1 mol/L e os resultados expressos em acidez total em ácido cítrico (AOAC, 1998).
- Potencial hidrogeniônico (pH): o pH foi determinado por leitura direta em potenciômetro digital (AOAC, 1998).
- Sólidos Solúveis: uma gota da polpa foi filtrada em algodão e analisada diretamente em refratômetro (AOAC, 1998).
- Grau de doçura: determinado pela divisão dos sólidos solúveis pela acidez

3.4 Processamento e Avaliação da Qualidade dos Queijos

3.4.1 Processamento dos diferentes tipos de petit suisse

O teor de sólidos do leite foi corrigido com leite em pó para 3 %. O soro de queijo foi pasteurizado a 80 °C por 30 minutos, em seguida foi resfriado a 30 °C para homogeneização junto com o leite UHT e o queijo (um experimento com ricota e o outro com queijo minas frescal). A mistura foi mantida a 40 °C por 5 horas e, em seguida, foi pasteurizada. Esse produto constituiu a base do petit suisse.

Em seguida, foram misturados a base do pettit a polpa de cupuaçu que foi branqueada e açúcar, tudo foi homogeneizado. Os produtos obtidos foram armazenados em frascos plásticos opacos e lacrados. Os produtos foram mantidos na geladeira a 5 ± 1 °C, para posteriores análises: físico-químicas, microbiológicas e sensoriais.

3.4.2 Avaliações Físico-químicas dos Pettit Suisse

- Acidez Total: foi determinada por titulação com NaOH 0,1 mol/L e os resultados expressos em acidez total em ácido cítrico (AOAC, 1998).
- Potencial hidrogeniônico (pH): o pH foi determinado por leitura direta em potenciômetro digital (AOAC, 1998).
- Sólidos Solúveis: uma gota da polpa foi filtrada em algodão e analisada diretamente em refratômetro (AOAC, 1998).
- Grau de doçura: determinado pela divisão dos sólidos solúveis pela acidez.

3.4.3 Avaliação Microbiológica dos Pettit Suisse

- Salmonellas: foram pesadas 25 g de cada amostra, incubadas a 36 °C por 24 horas, depois transferidos 1 mL para tudo contendo caldo tetrationato e em outro contendo caldo selenito.
- Coliformes Totais e Fecais

Teste Presuntivo: Para o teste presuntivo foi utilizado Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST). Alíquotas de 1 mL das diluições de 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} foram inoculadas em tubos de ensaio contendo o caldo LST e microtubos de Durham, e em seguida incubados a 35 °C por 24 a 48 h. Foram considerados positivos os tubos que apresentarem formação de gás no interior dos microtubos. Em caso de resultado positivo foram realizados testes confirmativos para coliformes totais e fecais (SILVA *et al.*, 1997a).

Teste Confirmativo para Coliformes Totais: Alíquotas das amostras consideradas positivas no teste presuntivo foram inoculadas com auxílio de alça de platina, em tubo de ensaio contendo Caldo Verde Brilhante Lactose Bile (CVBLB) e incubadas a 35 °C por 24 a 48 h. Foram considerados positivos os tubos com produção de gás no interior dos microtubos de Durham. Os resultados foram expressos em NMP/g (SILVA *et al.*, 1997a).

Teste Confirmativo para Coliformes Fecais: Alíquotas dos tubos positivos foram inoculadas, com auxílio de alça de platina, em tubos contendo Caldo *Escherichia coli* (Caldo EC). Estes foram incubadas em banho-maria a 45,5 °C por 24 a 48 h. Foram considerados positivos, tubos com meio turvo e com produção de gás. Os resultados foram expressos em NMP/g.

- c. *Escherichia coli*: em caso de resultado positivo para coliformes fecais, foram realizados testes para confirmação de *E. coli*. Sendo, amostras dos tubos positivos semeadas, por estrias, na superfície do meio Agar EMB contidos em placas de Petri. Em seguida, as placas foram incubadas a 35 °C por 24 horas e as colônias típicas (coloração negra com brilho verde metálico) foram selecionadas para o teste bioquímico de citrato, VM-VP e indol.

3.4.4 Avaliação Sensorial

Os pettit suisses foram avaliadas sensorialmente quanto à aceitabilidade utilizando-se escala hedônica estruturada de nove pontos (MONTEIRO, 1984), variando de desgostei extremamente a gostei extremamente. O produto foi oferecido no mínimo a 27 pessoas não necessariamente treinadas.

- a. Critério de inclusão: participação da pesquisa sensorial pessoas na faixa etária de 18 a 60 anos, que sejam aparentemente saudáveis.
- b. Critério de exclusão: não participarão da referida análise, pessoas com faixa etária inferior a 18 anos e superior a 60 anos, e todas aquelas que sejam fumantes ou apresente algum problema notório como gripe, resfriado, problemas gástricos, diabetes, hepatite, dente inflamado ou outro que possa interferir na idoneidade da avaliação do produto. Ressalta-se, no entanto, que não lhes foi negado o direito de provar do produto, porém sua opinião não foi validada. Ficando altamente restrita a degustação por provadores menores de 18 anos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Características Físicas do fruto de Cupuaçu

Os frutos apresentaram peso médio de 778,5g, altura média de 16,15cm e diâmetro de 9,62cm. O rendimento em polpa do fruto foi de 31,63%, um reflexo do peso das cascas e quantidades de sementes que foram descartados.

4.2 Características físico-químicas do Cupuaçu

A Tabela 1 contém os resultados das análises realizadas. O cupuaçu apresentou baixo pH com média de 4,13 que, apesar de ácido, apresentou resultados maiores do que os resultados encontrados por Melo e col (2021) com 3,57 em um estudo com a polpa do fruto. Comparado com o mesmo trabalho os sólidos solúveis encontrados no presente estudo foram próximos, sendo 13,82 °Brix reportado pelos autores; Golçalves e col (2013) encontraram 13°Brix. O grau de doçura do fruto foi de 2,66 classificado como pouco doce e os demais resultados evidenciaram também a acidez do fruto.

Tabela 1 - Composição físico-química do cupuaçu.

Componentes	Polpa de cupuaçu
	Média ± DP*
pH	4,13 ± 0,02
Acidez (%)	9,37 ± 0,13
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	11,00 ± 0,25
Grau de doçura (°Brix/ Acidez)	2,66 ± 0,18

*DP – Desvio Padrão

4.3 Características físico-químicas dos pettis suisse

Os queijos apresentaram acima de 5 e os demais resultados todos foram semelhantes, o grau de doçura foi maior do que apenas do fruto, todos os resultados das análises estão expressos na Tabela 2. O pH foi superior ao encontrado por Renhe e col (2018) que encontraram 4,64. Foram encontrados valores entre 22 e 26 °Brix após o uso da polpa e do açúcar, refletindo em um grau de doçura de 3,87 e 3,62 nos tratamentos com uso de queijo minas e ricota, respectivamente.

Tabela 2 - Composição físico-química dos petti suisse.

Componentes	Pettit Suisse de Cupuaçu	
	Queijo Minas	Queijo Ricota
	Média ± DP*	Média ± DP*
pH	5,65±0,03	5,30±0,02
Acidez (%)	5,68±0,25	5,41±0,04
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	22±0,02	26±0,04
Grau de doçura (°Brix/ Acidez)	3,87±0,03	3,62±0,12

*DP – Desvio Padrão

4.4 Avaliação Microbiológica dos queijos

Os dois pettits apresentaram resultados negativos para todos os microrganismos patogênicos, apresentando assim qualidade microbiológica exigida pela legislação. Confirmando que o processo de elaboração esteve nos padrões de segurança alimentar, manuseadas adequadamente e prontas para o consumo.

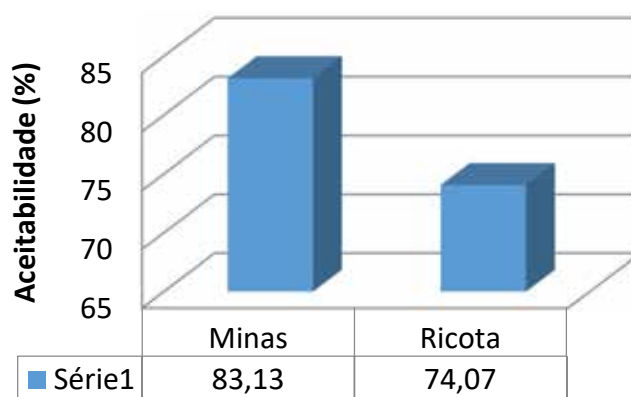
Tabela 3 - Resultado da análise microbiológica dos petit suisse.

Microrganismos	Resultados
<i>Coliformes fecal</i>	Ausente
<i>Mesófilos</i>	Ausente
<i>Bolores e Leveduras</i>	Ausente
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausente
<i>Salmonella sp.</i>	Ausente

4.5 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada com 27 pessoas, não treinadas, que foram questionadas sobre a aceitabilidade dos produtos, a escala de notas variava de 0 a 9 pontos, correspondendo respectivamente a desgostei extremamente e gostei extremamente. A figura 1 mostra o percentual de aceitabilidade dos produtos pelos provadores. O elaborado com queijo Minas obteve 83,13% e o com queijo ricota com 74,07%.

Figura 1 - Percentual de aceitabilidade dos pettits elaborados com queijo minas e ricota.

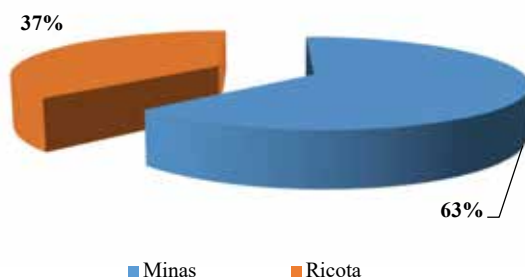


A média de notas e o percentual de notas abaixo de 4 (desgostei ligeiramente) e acima de 6 (gostei ligeiramente) estão contidos na Tabela 4. O petit suisse de cupuaçu elaborado com queijo minas apresentou maior média de notas ficando entre 7 (gostei) e 8 (gostei muito), enquanto o petit preparado com ricota ficou entre 6 (gostei ligeiramente) e 7 (gostei). Somente esse último produto apresentou notas abaixo de 4, com 19,05%.

Tabela 4 - Tabela com média de notas e frequência de notas entre os produtos.

Pettit Suisse de Cupuaçu	Notas	Frequência de Respostas	
	Médias	Valores ≤ 4	Valores ≥ 6
Com Minas	7,48 \pm 1,19	0	96,30%
Com Ricota	6,67 \pm 1,90	19,05%	93,33%

Na Figura 2 está evidenciada a preferência dos provadores entre os produtos degustados e muito destacado foi o resultado do petit com queijo minas apresentando 63% de preferência.

Figura 2 - Percentual de preferência entre os pettits elaborados com queijo minas e queijo ricota.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O perfil físico-químico dos pettits suisses estava dentro dos padrões estabelecidos e quanto ao teste microbiológico, ou seja, isento de microrganismos patogênicos, comprovando que todo o processo de elaboração foi realizado com as boas práticas de higiene. O petit elaborado com queijo minas teve maior preferência entre os provadores. Uma proposta para um futuro projeto seria estudar as qualidades nutricionais deste petit suisse e outras características físico-químicas como compostos fenólicos, flavonoides e de vitaminas.

REFERÊNCIAS

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 16. Ed. v. 2. Washington. 1998.

BARBOSA, I.N.; SANTOS, J.P.V.; SILVA, T.T.; OLIVEIRA, F.A.; FERREIRA, C.L.L.F. Desenvolvimento e Avaliação de Bebidas Lácteas Fermentadas à Base de Soro. In: XIX Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimento – CBCTA. **Anais do XIX CBCTA**. CD-ROM. 650p. 2004.

GONÇALVES, M.V.V.A.; DA SILVA, J.P.L.; MATHIAS, S.P.; ROSENTHAL, A.; CALADO, V.M.A. Caracterização físico-química e reológicas da polpa de Cupuaçu congelada (*Theobroma grandiflorum* Schum). **Exatas & Engenharia**, Cabo Frio, v. 3, n. 07. 2013.

MAPA. Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Secretaria De Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa** Nº 53, de 29 de dezembro de 2000. 2000. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/inspleite/files/2016/03/Instru%C3%A7%C3%A3o-normativa-n%C2%B0-53-de-29-de-dezembro-de-2000.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2021.

MELO, F.S.; OKANEKU, B.M.; CARDOSO, D.N.P.; RODRIGUES, E.C.; SANTOS, W.G. Avaliação das características físico-químicas de polpa e concentrado de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum) da região Amazônica. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.1, p. 10462-10472. 2021.

MONTEIRO, C.L.B. **Técnicas de avaliação sensorial**. 2. Ed. Curitiba, 1984.

NAZARÉ, R.F.R. Processos agroindustriais para o desenvolvimento de produtos de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). em: Seminário Internacional Sobre Pimentado-Reino E Cupuaçu. **Anais**. Belém: Embrapa - Amazônia Oriental/ JICA, 1997. p. 185-192. 1996.

QUEIJOS NO BRASIL. 2015. Tudo sobre Queijo; Queijo Petit Suisse. Disponível em: <https://www.queijosnobrasil.com.br/portal/tudo-sobre-queijo-queijos-no-brasil/116-queijo-petit-suisse>. Acesso em: 30 mar. 2021.

RECH, R. Estudo da produção de a-galactosidase por leveduras a partir de soro de queijo. **Tese de Doutorado**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. 2003.

RENHE, I.R.T.; FRANCISQUINI, J.D.; PEREIRA, D.B.C.; STEPHANI, R.; CARVALHO, A.F.; PERRONE, I.T. Obtenção de petit suisse com baixo teor de lactose e adição reduzida de açúcares. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 73, n. 1, p. 43-50, 2018.

SAAD, S.M.I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Rev. Bras. Cienc. Farm**, São Paulo, v. 42, n. 1, 2006.

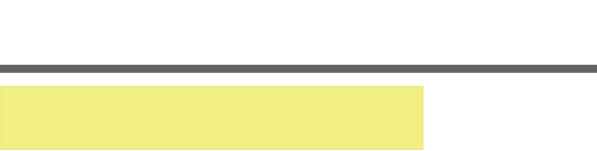
SILVA, N; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos**. Livraria Varela. São Paulo, 1997a.

SILVA, P. H. F; PEREIRA, D.B. C; OLIVEIRA, L; COSTA JÚNIOR, L.C.G. **Físico-química do leite e derivados: métodos analíticos**. Minas Gerais. 1997b.

TIMPERLEY, C. NORMAN, C. **O livro dos queijos**. 1. ed. Barueri, 1997.

VILLACHICA, H. Copoasu: *Theobroma grandiflorum* (Wild. Ex. Spreng.) Schum. Em: tratado de cooperacion amazônica. Secretaria Pro Tempore. **Frutales e hortalizas promisorios de la Amazônia**. Lima, p. 104-112, 1996.

VEIGA, P. G.; VIOTTO, W. H. Fabricação de queijo Petit Suisse por ultrafiltração de leite coagulado. Efeito do tratamento térmico do leite no desempenho da membrana. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 3, p. 267-272, 2001.



CAPÍTULO 3

A INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DA CERVEJA RECUPERADA SOBRE A CONCENTRAÇÃO DE DICETONAS TOTAIS NA ETAPA DE MATURAÇÃO DA CERVEJA

*THE INFLUENCE OF THE USE OF RECOVERED
BEER ON THE CONCENTRATION OF TOTAL
DICETONE IN THE BEER MATURATION
STAGE*

*Francineude Pinheiro Penha¹
Patrick Gomes de Souza²*

DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.3

¹ Universidade do Estado do Amazonas. <https://orcid.org/0000-0001-6757-1316>
francypenha@bol.com.br

² Universidade Federal do Amazonas. <https://orcid.org/0000-0001-5924-2635>. patrick.cientista@gmail.com

RESUMO

A cerveja é uma das bebidas alcoólicas mais conhecidas no mundo. A importância da qualidade das cervejas tem se tornado fator dominante para aceitação desse produto no mercado. Com isso este trabalho tem como objetivo avaliar a influência da utilização da cerveja recuperada sobre a concentração do diacetil na cerveja como produto acabado. O desenho experimental do presente estudo consistiu em um experimento contendo uma amostra controle de cerveja comum fermentada e três experimentos que testaram diferentes dosagens de cerveja recuperada na cerveja fermentada para avaliação de dicetonas na etapa de maturação. A amostra T0,05 apresentou valores abaixo de 100 ppb. As demais amostras, T0,10 e T0,15, apresentaram resultados elevados de diacetil. A medida que a concentração da cerveja recuperada dosada na cerveja comum aumentou, a concentração do diacetil foi maior. O experimento com a menor concentração de cerveja recuperada apresentou melhores características sensoriais. A cerveja comum apresentou pico de diacetil com cerca de 72 horas após o início do processo de fermentação.

Palavras-chave: Diacetil. Qualidade. Físico-química. Bebida. Indústria.

ABSTRACT

Beer is one of the most well-known alcoholic beverages in the world. The importance of the quality of beers has become a dominant factor for the acceptance of this product in the market. Thus, this work aims to evaluate the influence of the use of recovered beer on the concentration of diacetyl in beer as a finished product. The experimental design of the present study consisted of an experiment containing a control sample of common fermented beer and three experiments that tested different dosages of beer recovered in the fermented beer to evaluate diketones in the maturation stage. The T0.05 sample showed values below 100 ppb. The other samples, T0.10 and T0.15, showed high results of diacetyl. As the concentration of recovered beer dosed in ordinary beer increased, the concentration of diacetyl was higher. The experiment with the lowest concentration of recovered beer showed better sensory characteristics. The common beer showed a peak of diacetyl about 72 hours after the beginning of the fermentation process.

Keywords: Diacetyl. Quality. Physicochemical. Beverage. Industry.

1 INTRODUÇÃO

A cerveja é uma das bebidas alcoólicas mais conhecidas no mundo. No Brasil, o hábito de tomar cerveja foi trazido por D. João VI, no início do século XIX, durante

a permanência da família real portuguesa em território brasileiro. Nessa época, a cerveja consumida era importada de países europeus (VENTURINI FILHO e CEREDA, 2001). O Brasil comporta a maior empresa cervejeira do mundo, a AmBev, que está inserida no grupo da AB InBev, o qual representa uma fatia significativa na produção no mercado mundial de cervejas.

No processo cervejeiro a atenção está mais voltada para os efeitos das mudanças sensoriais da cerveja, principalmente no que diz respeito a aromas. A importância da qualidade das cervejas tem se tornado fator dominante para aceitação desse produto no mercado. É de suma importância o controle do diacetil durante o processo de fermentação e maturação para que não atinja a qualidade sensorial da cerveja.

O diacetil possui um limite de perceptibilidade relativamente baixo (0,05 mg\L), entretanto, apresenta influência fortemente negativa sobre o aroma da cerveja. Ele é também um dos principais parâmetros para designar o estágio de maturação da cerveja (OLIVER; MENDES, 2020).

Pesquisas realizadas nas últimas décadas encontraram soluções para muitos problemas do processo cervejeiro e como consequência, modernas cervejarias são hoje estruturadas com métodos e processos utilizando equipamentos especialmente idealizados. Com isso este trabalho tem como objetivo avaliar a influência da utilização da cerveja recuperada sobre a concentração do diacetil na cerveja como produto acabado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Não se sabe ao certo quando ou onde surgiram as primeiras cervejas, no entanto, acredita-se que sua origem se deu na região da mesopotâmia por volta de 6.000 anos a.C. (ALMEIDA E SILVA, 2005). A bebida foi desenvolvida paralelamente aos processos de produção de cereais e difundiu-se lado a lado com as culturas de centeio e cevada, a partir do momento que os homens deixaram a vida nômade para se estabelecerem nas antigas sociedades estáveis.

Há evidências do consumo de cerveja por civilizações como a suméria, babilônica e a egípcia, onde o consumo da bebida alcançava todas as classes sociais e ocupava lugar importante nos ritos religiosos. A cerveja era deixada de molho até germinar e então moída grosseiramente, moldada em bolos aos quais se adicionava a levedura. Os bolos, após parcialmente assados e desfeitos, eram colocados em

jarra com água e deixados fermentar (DRAGONE, ALMEIDA E SILVA, In: VENTURINI FILHO, 2010).

A cerveja também teve grande importância nas civilizações assíria e babilônica, sendo que os assírios tinham legislação a respeito do código *Hamurabi* (considerada a primeira legislação da humanidade) regulamentando a fabricação e comercialização do produto. Os egípcios fizeram com que a cerveja ficasse conhecida pelos outros povos orientais, posteriormente pelos povos europeus e a partir deles, para o resto do mundo (TSCHOPE, 2001; SOUZA, 2021).

Apesar de ser considerada menos importante que o vinho, a cerveja evoluiu durante o período grego e romano. Os romanos associavam a cerveja à deusa Ceres, deusa da agricultura e da fertilidade, a partir daí surgiu a palavra “cerveja” originada da palavra latina *cervisia* ou *cerevisia*. A palavra “cereal” também surgiu a partir do nome da deusa Ceres (MORADO, 2018).

Durante a idade média, o lúpulo, considerado, atualmente, matéria-prima essencial para a produção da cerveja (ALMEIDA E SILVA, 2005), foi acrescentado à cerveja como matéria-prima e a bebida passou a ser produzida em maiores escalas, principalmente nos mosteiros. Até praticamente ao fim da Idade Média, a cerveja europeia era elaborada com todo o tipo de ingredientes entre aromatizantes e plantas silvestres. Assim, em 1516, o Duque Guilherme IV da Bavária, criou a, até hoje conhecida, “lei *Reinheitsgebot*” ou lei da pureza, que determinava que a cerveja deveria ser produzida somente a partir da cevada, lúpulo e água (SOUZA, 2021).

Em Portugal, há notícias da existência de uma fábrica de cerveja em Lisboa de 1689, contudo, nessa época, a produção de cerveja competia com a produção de vinhos, muito mais popular entre os portugueses. A partir dos portugueses a cerveja chegou ao Brasil. Os primeiros documentos que fazem referência da bebida no país datam do século XVII. No entanto, o hábito de consumir cerveja foi trazido por D. João VI, no século XIX, durante a permanência da família real portuguesa no Brasil. Nessa época, a bebida consumida era importada de países europeus, sobretudo da Inglaterra (VENTURINI FILHO e CEREDA, 2001).

O primeiro registro da produção nacional de cerveja data do ano de 1836, no Rio de Janeiro. Mais tarde, em 1888, foi fundada na cidade do Rio de Janeiro a “Manufatura de Cerveja Brahma Villigier e Cia.” e poucos anos depois, em 1891 na cidade de São Paulo, a “Companhia Antártica Paulista”. (ALMEIDA E SILVA, 2005)

Na Primeira Guerra Mundial, a importação de cervejas, principalmente européias, caiu muito, fazendo com que a produção nacional se mantivesse em níveis bastante elevados. A partir daí o setor cervejeiro se consolidou no país, se tornando um negócio em ligeira expansão. Hoje a cerveja é a bebida alcoólica mais consumida no Brasil (ALMEIDA E SILVA, 2005).

2.1 Identidade da cerveja

O Decreto Lei 9.902/19 (Brasil, 2019a) e a Instrução Normativa Nº 65/19 (Brasil, 2019b), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, estabelece as características de identidade da cerveja.

2.2 Matérias-Primas da Cerveja

As cervejas são constituídas basicamente de água, lúpulo, malte de cevada, adjunto e fermentada por leveduras (DRAGONE & ALMEIDA E SILVA, In: VENTURINI FILHO, 2010).

A água é a principal matéria-prima no decorrer de um processo cervejeiro, pois aproximadamente 95% do peso da cerveja são constituídos de água. Para elaboração de cervejas a água deve ser potável, com as mesmas características adotadas para o consumo humano, atendendo as exigências físicas, químicas, organolépticas e bacteriológicas (DRAGONE & ALMEIDA E SILVA, In: VENTURINI FILHO, 2010).

A cevada (*Hordeum vulgare* sp. *Vulgare*), pertencente à família das gramíneas. Na elaboração de cerveja, a cevada utilizada, é classificada de acordo com as características morfológicas do grão. O malte é resultante do processo artificial e controlado de germinação da cevada cervejeira. Nas indústrias cervejeiras alguns testes são realizados para conferir sua qualidade dos grãos de malte, entre eles: teste do chá, parasitas vivos e morfologia (SOUZA, 2010).

O lúpulo é a inflorescência feminina da planta dioica classificada como *Humulus lupulus*. Juntamente com o malte, o lúpulo é responsável por agregar o sabor e aroma característicos às cervejas. O sabor característico do lúpulo dentro da cerveja é essencial para o impacto organoléptico total da cerveja, a estabilidade do sabor e a retenção da espuma (KUNZE, 2019; OLIVER; MENDES, 2020).

Os adjuntos são matérias-primas ricas em carboidratos, utilizadas de forma complementar ao malte, conferindo à cerveja composição e qualidade apropriadas, além de proporcionarem maior rentabilidade no processo de fabricação, seja pelo

seu menor valor intrínseco, seja pela maior produtividade do processo (AZEVEDO; SOUZA, 2021).

As leveduras são fungos que se apresentam predominantemente sob forma unicelular e se reproduzem vegetativamente por gemulação ou brotamento (CARVALHO et al., 2007). Dentre as leveduras, o gênero *Saccharomyces*, descoberto há 150 anos, é o mais estudado e cujo metabolismo é o mais bem conhecido (AQUARONE et al., 2001).

Durante a fermentação da cerveja, o desempenho das leveduras, ou seja, a habilidade das leveduras em metabolizar eficientemente o substrato (mosto) em etanol e outros produtos é influenciada por vários fatores, como: as características genéticas das leveduras, determinada pela escolha da cepa de levedura a ser utilizada no processo fermentativo; fisiologia celular, relacionada com a viabilidade e a vitalidade das células, bem como, a concentração do inóculo; disponibilidade nutricional, que está relacionada com a concentração e a natureza dos nutrientes presentes no mosto; condições físicas, como temperatura, pH, oxigênio dissolvido e a densidade do mosto (CARVALHO et al., 2007). Sendo assim, as características de sabor e aroma de qualquer cerveja são influenciadas também pelo tipo de leveduras utilizadas na fermentação.

Tradicionalmente, as leveduras mais utilizadas em cervejaria são cepas da espécie *Saccharomyces cerevisiae*. O gênero *Saccharomyces* apresenta várias cepas consideradas seguras e capazes de produzir dois metabólitos primários importantes: etanol e dióxido de carbono (DIAS et al., 2010.)

2.3 Processamento da Cerveja

As cervejas são bebidas obtidas pela fermentação alcoólica de mosto cervejeiro, e podem ser classificadas quanto ao tipo de fermentação em *ale* ou *lager*. Cervejas tipo *ale* são obtidas pela ação de leveduras que emergem para a superfície do meio durante a fermentação tumultuosa (cerveja de alta fermentação), e do tipo *lager* são obtidas pela ação de leveduras que se depositam no fundo do tanque, durante ou após a fermentação tumultuosa (cerveja de baixa fermentação). No Brasil a predominância no mercado é de cervejas do tipo *lager* (SILVA, 2005).

O processo de fabricação da cerveja pode ser resumido basicamente em: elaboração do mosto cervejeiro, fermentação do mosto, maturação, filtração, envase e pasteurização da cerveja (MORADO, 2018; AZEVEDO; SOUZA, 2021).

a) Elaboração do mosto

Para elaboração do mosto cervejeiro o malte passa por um tratamento de remoção física de partículas sólidas como fragmentos metálicos e pedras, entre outros. A remoção dessas partículas é essencial no processo, pois os fragmentos metálicos podem gerar centelha nos rolos de moinho podendo desencadear um processo de explosão, uma vez que o excesso de pó de malte no ambiente torna-se inflamável (TSCHOPE, 2001; SOUZA, 2021).

Antes de entrar no processo de mostura o grão do malte é triturado em moinho para exposição do corpo farinhoso (amido) presente em seu interior. Em seguida, é encaminhado para a tina de mostura onde é feito o controle de temperaturas para ativação dessas enzimas é determinado de acordo com o tipo de cerveja que se deseja obter. Nesta etapa diversas enzimas atuam no processo de mostura em condições físicas ideais de pH e temperatura (MORADO, 2018; OLIVER; MENDES, 2020).

As enzimas são catalisadores biológicos produzidos por seres vivos de natureza proteica dotados de alta especificidade e termo sensíveis atuando em condições fisiológicas. As enzimas α -amilases estão entre as primeiras enzimas conhecidas. As amilases promovem a hidrólise do amido a açúcares redutores, sendo detectadas há mais de um século em grande variedade de materiais biológicos. Essas enzimas são designadas amilolíticas porque promovem a degradação do amido (KUNZE, 2019).

Após o processo de mostura o mosto é filtrado e durante a filtração do mosto cervejeiro o bagaço é separado do mosto. O bagaço é constituído essencialmente pela casca do malte e atua como coadjuvante na filtração no interior das tinas que possuem fundo com ranhuras. É a parte do resíduo que não é solúvel pelas enzimas, apresenta em grande parte de sua constituição proteína e fibras (SOUZA, 2010; SANTOS et al., 2021).

O mosto filtrado é encaminhado para a etapa de cozimento, onde é adicionado de lúpulo. O processo de cozimento tem os seguintes objetivos: concentração do extrato original, eliminação de compostos voláteis indesejáveis a cerveja, estabilidade microbiológica, extração de compostos amargos do lúpulo, coagulação de proteínas, escurecimento do mosto, entre outros (SOUZA, 2010; MORADO, 2018; KUNZE, 2019).

Após a fervura o mosto passa por um processo de decantação para retirada do trub, uma mistura de proteínas coaguladas e gordura. Após a retirada do trub o

mosto é resfriado e enviado a um tanque para ser armazenado durante a fermentação, onde é inoculado com leveduras (SANTOS et al., 2021).

b) Fermentação

A fermentação do mosto cervejeiro pode ser influenciada por vários fatores. Entre estes, destacam-se a composição do mosto, a temperatura da fermentação, o nível de oxigênio inicial, a viabilidade celular e a concentração de etanol. A fermentação da cerveja está dividida em quatro partes: início de fermentação, kräusen baixo, kräusen alto e final de fermentação (SALES & SOUZA, 2021; SANTOS et al. 2021)

No início da fermentação as leveduras passam por um processo de adaptação ao meio. Nas primeiras 12 a 18 horas, acontece a multiplicação celular, formação de espuma e CO_2 . Após 24 horas de fermentação, devido as reações exotérmicas ocorridas durante o metabolismo celular ocorre uma pequena elevação da temperatura da cerveja em fermentação, consumo do extrato e decréscimo do pH (SOUZA, 2021; AZEVEDO; SOUZA, 2021).

c) Maturação

Ao iniciar-se a maturação, a maior parte dos açúcares foi metabolizada em etanol, gás carbônico, glicerol, ácidos orgânicos e álcoois superiores. Durante o processo de maturação ocorrem algumas alterações importantes para a cerveja, como: o gás carbônico produzido durante a fermentação provoca a carbonatação da cerveja, o repouso a baixas temperaturas provoca precipitação de material proteico em suspensão resultante de leveduras que permaneceram em suspensão e maturação do saboroma da cerveja devido à transformações que ocorrem na concentração de alguns compostos químicos (CARVALHO et al., 2007; SALES & SOUZA, 2021).

d) Filtração

A cerveja depois de maturada deve ser filtrada, com isso as partículas retidas pela filtração ficam depositadas dentro do meio filtrante obstruindo os poros do filtro. Com o tempo essas partículas se acumulam e diminuem a efetiva de filtração. Existem três parâmetros de controle de filtração: pressão diferencial ou perda de pressão, vazão e área efetiva ou quantidade de poros livres estão intimamente relacionados; e a mudança de um deles resulta na alteração de pelo menos um dos outros (KUNZE, 2019).

A filtração é um processo bem definido. À medida que os componentes particulados da cerveja são filtrados a pré-camada diminui a vazão de filtração, aumentando a pressão do filtro e dificultando o processo de filtração; remove partículas por barreira física da terra infusória ou por adsorção (forças moleculares ou eletrocinéticas). Após ser filtrada a cerveja é encaminhada para o envase que pode ser realizado em barril para chopp, garrafa de vidro ou lata (SILVA et al, 2021).

e) Envase da Cerveja

A cerveja antes do processo de pasteurização é considerada chopp. Portanto, no momento do envase pode ser direcionada a um barril de chopp e encaminhada ao mercado. Quando a cerveja é envasada em garrafa de vidro ou latas de alumínio sofre o processo de pasteurização e é transformada em cerveja (SOUZA, 2021; AZEVEDO, SOUZA, 2021).

A pasteurização é um processo térmico, no qual a cerveja é submetida a um aquecimento de 60 °C e posterior resfriamento, visando conferir maior estabilidade microbiológica ao produto. Graças a este processo, é possível às cervejarias assegurar uma data de validade ao produto de seis meses após fabricação, diferente do chopp que possui validade de 7 dias. O processo de pasteurização é muito difundido em toda a indústria de alimentos e bebidas, e em nada altera a composição do produto (OLIVER; MENDES, 2020).

2.3 Avaliação de Dicetonas Totais e Vicinais

O termo “dicetonas vicinais” engloba a soma das dicetonas 2,3-butadiona(diacetil) e 2,3- pentadiona. O diacetil e a pentanodiana estão presentes nos produtos secundários do metabolismo fermentativo da levedura cervejeira e formam-se através da oxidação das moléculas de 2-acetolactato e 2-acetohidoxibutirato, respectivamente (KUNZE, 2019).

Na cerveja, em função do pH, tempo e temperatura, o 2-acetolactato é oxidado a diacetil. O diacetil formado é novamente assimilado pelo fermento e reduzido para acetoína e 2,3-butanodiol. A reação de oxidação do 2-acetolactato para diacetil deve ocorrer antes da perda do poder de redução do diacetil pelo fermento, caso contrário, o 2-acetolactato presente na cerveja filtrada reagirá com o oxigênio absorvido durante a filtração e o engarrafamento, vindo a formar diacetil que não será mais reduzido face a ausência de fermento (LEHNINGER et al, 2014; OLIVER; MENDES, 2020).

O diacetil possui um limite de perceptibilidade relativamente baixo (0,05 mg. L), entretanto, apresenta influência fortemente negativa sobre o aroma de cerveja. Ele é também um dos principais parâmetros para designar o estágio de maturação da cerveja. A pentanodiana apresenta limite de perceptibilidade bem elevado (0,60 – 0,90mg.L), não influenciando assim, tão negativamente o aroma da cerveja quanto o diacetil (KUNZE, 2019).

A determinação do acetolactato durante o processo de maturação nos dá indicação da quantidade de diacetil que a cerveja poderá apresentar depois de pronta. Também através da dosagem de 2-acetolactato pode-se verificar se o processo fermentativo foi completo e prever quanto de diacetil estará presente após o seu envelhecimento.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Elaboração da Cerveja e Cerveja Recuperada

Para elaboração das cervejas foram utilizadas as seguintes matérias-primas: água potável, malte de cevada tipo Pilsen, lúpulo Hallertauer e levedura cervejeira W-34/70.

Para realização dos testes de processo o material utilizado no presente estudo foi cerveja recuperada de fermento cervejeiro, após o processo de retirada das leveduras ao término do processo de fermentação e cerveja comum.

3.2 Delineamento Experimental da cerveja

O desenho experimental do presente estudo consistiu em um experimento contendo uma amostra controle de cerveja comum fermentada e três experimentos que testaram diferentes dosagens de cerveja recuperada na cerveja fermentada para avaliação de dicetonas na etapa de maturação. Os tratamentos utilizados apresentavam diferentes concentrações de cerveja recuperada, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Desenho experimental do trabalho.

Experimento	Cerveja Comum	Cerveja Recuperada
Controle	100%	0%
T0,05	95%	5%
T0,10	90%	10%
T0,15	85%	15%

3.3 Produção da Cerveja Recuperada

Para elaboração da cerveja recuperada foi utilizado o fermento recolhido do próprio tanque fermentador. Após o processo de recolha o fermento foi direcionado para um tanque de inox onde foi misturado com água potável na proporção de 1:1(v/v). Juntamente com floculante para aumentar a capacidade floculante das leveduras. Após 48 horas o fermento é novamente retirado e a solução que sobra no tanque é chamada de cerveja recuperada do fermento. A cerveja recuperada foi armazenada com temperatura de cerca de -1 °C e foi mantida nessa etapa de acordo com os tempos citados no desenho experimental. Após a etapa de repouso a cerveja recuperada foi dosada na cerveja comum.

3.4 Dosagem da Cerveja Recuperada

A cerveja recuperada foi dosada na cerveja fermentada nas proporções de 5, 10 e 15%, antes do processo de enchimento do tanque maturador, conforme metodologia citada. A cerveja recuperada passou primeiramente por uma análise sensorial antes de seguir a blendagem.

3.5 Análise de Dicetonas

A análise foi realizada conforme metodologia da European Brewery Convention - EBC (1987). Foi realizada a partir da destilação de uma solução contendo 100 mL de cerveja e de 25 mL de água destilada. Foram coletados 24 mL da amostra destilada que, em seguida, foi transferida para um balão de 25 mL e avolumada com água destilada. A partir desta solução, foram pipetados 10 mL de amostra em um tubo de ensaio que foi acrescentado com 0,5 mL de solução de orto-fenilidiamina. Após repouso de 35 minutos foram adicionados 2 mL de HCl 4 M seguido de homogeneização. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a um comprimento de onda de 335 nm. Os resultados foram expressos em mg.L⁻¹, segundo o cálculo da equação (1):

$$\text{Dicetonas Totais (mg.L}^{-1}\text{)} = A \cdot 2,4 \cdot f \quad (1)$$

Onde:

- A = Absorbância da leitura
- f = fator determinado através da calibração do espectrofotômetro.

3.6 Análise Sensorial das Cervejas

As análises sensoriais para detecção de dicetonas foram realizadas com a participação de 6 pessoas treinadas de acordo com a metodologia de MONTEIRO (1984). As pessoas que participaram das análises sensoriais tinham faixa etária entre 18 e 55 anos, ficando altamente restrita a participação na degustação por provadores menores de 18 anos.

Foram excluídas do quadro de avaliadores pessoas com faixa etária superior a 60 anos, além de fumantes, pessoas com algum problema de saúde que interferisse na idoneidade da avaliação da cerveja, como, gripe, resfriado, problemas gástricos, diabetes, hepatite, infamações dentárias ou qualquer outro.

Para degustação foi oferecido para os participantes 100 mL de cada amostra de cerveja. Os testes foram avaliados com auxílio de fichas sensoriais para detecção da percepção sobre atributos sensoriais das cervejas. Os participantes foram instruídos quanto ao preenchimento da ficha e quanto ao procedimento de avaliação, sendo necessário enxágue bucal com água a cada mudança de amostra. A escala utilizada para atribuição de notas na avaliação de intensidade dos atributos variou de 0 à 9, sendo classificadas de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2 - Escala de intensidade de atributos sensoriais das cervejas.

Nota	Percepção
0	Imperceptível
1	Muito leve
2	Leve
3	Leve a moderado
4	Moderado
5	Moderado a forte
6	Forte
7	Muito Forte

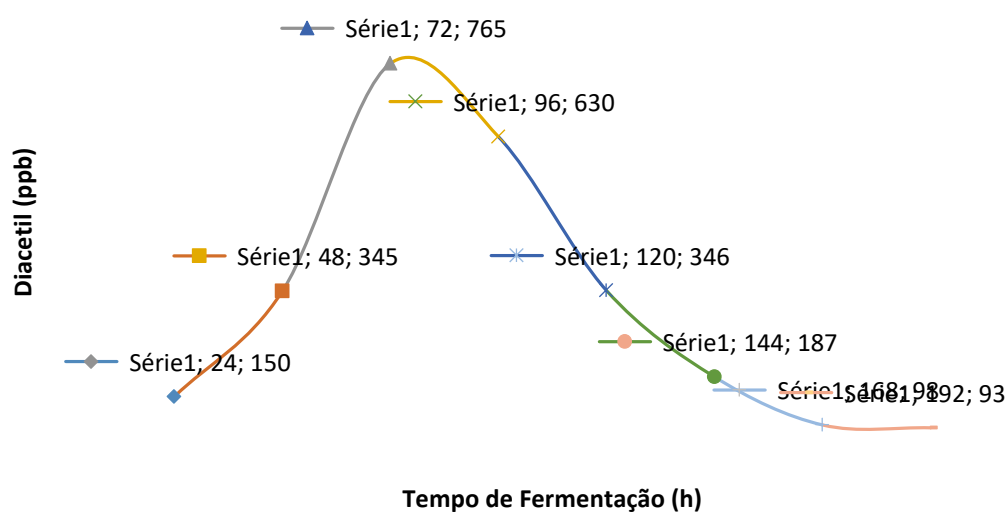
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Curva de Dicetonas na Amostra Controle

A Figura 1 representa a curva de concentração de dicetonas do experimento controle, no momento da fermentação. Observa-se uma acelerada elevação da con-

centração do diacetil ou dicetonas durante as primeiras 72 horas de fermentação e o pico de produção de diacetil pelas células, com valor de 765 ppb. Em seguida, houve decrescimento da concentração de diacetil na cerveja resultando em valores abaixo de 10 ppb após 168 horas de fermentação. A redução da dicetonas acontece devido ao consumo desse subproduto realizado pela própria levedura na segunda etapa da fermentação, fase quente.

Figura 1 - Curva de diacetil do experimento. Realizado a cada 24 horas até 192 horas de fermentação.

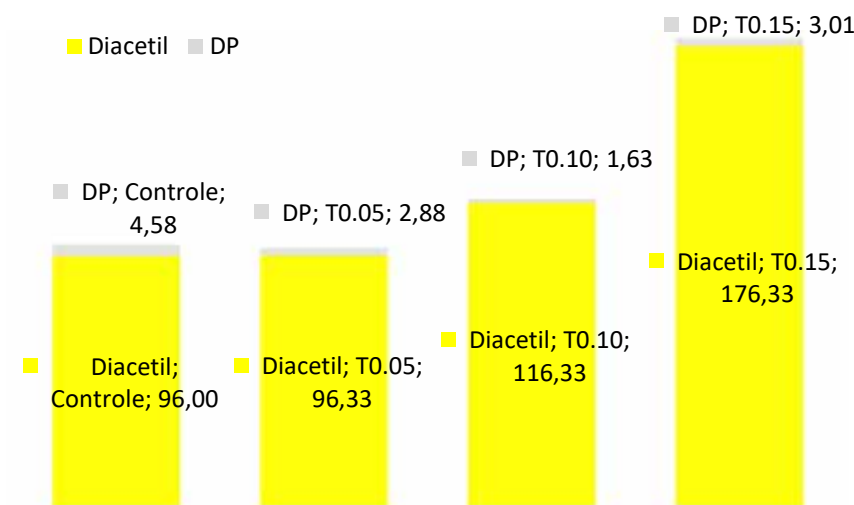


Durante a aeração do mosto, que ocorre durante o enchimento de um tanque fermentador, as células entram em metabolismo para crescimento e multiplicação. Nesse momento acontece uma grande produção de dicetonas que é normalmente reduzida na segunda etapa de fermentação, quando a concentração de oxigênio dissolvido diminui significativamente. A redução do diacetil faz parte dos processos metabólicos das células de leveduras (MORADO, 2018; KUNZE, 2019; OLIVER; MENDES, 2020).

4.2 Resultados de Diacetil das Amostras

Na Figura 2 estão apresentados os valores do diacetil em cada amostra e o desvio padrão. A amostra T0,05 apresentou valores abaixo de 100 ppb, praticamente o mesmo resultado foi atingido na amostra controle, mostrando que o percentual utilizado de cerveja recuperada não influenciou na concentração do diacetil na cerveja em maturação, sendo viável para utilização em produções normais.

Figura 2 - Concentração de diacetil na cerveja no final da etapa de fermentação. DP = Desvio Padrão.



As demais amostras, T0,10 e T0,15, apresentaram resultados elevados de diacetil. A medida que a concentração da cerveja recuperada dosada na cerveja comum aumentou, a concentração do diacetil foi maior. Essas cervejas apresentaram níveis muito elevado (quanto é normal desse composto, que foi detectado através da análise físico-química. No entanto, a análise sensorial apresenta maior rigorosidade quanto ao critério de aprovação ou rejeição dessas bebidas.

Ao final da etapa de fermentação o teor de diacetil da cerveja não pode mais ser reduzido por processos metabólicos das leveduras, se tornando estável nas próximas etapas ou apresentando uma pequena, e insignificante, redução. Uma alternativa para solucionar esse problema é a blendagem das cervejas quando elas apresentam a mesma receita de produção. Nesse caso, o diacetil pode ser reduzido para 100ppb dependendo da proporção da blendagem.

4.3 Perfil Sensorial das Amostras

a) Aparência

As cervejas do experimento apresentaram-se dentro dos padrões de conformidade para os atributos de cor amarelo canário, brilho intenso, espuma branca e turbidez ausente. Todos os atributos encontrados nas amostras experimentais foram, também, encontrados na amostra controle. A amostra da cerveja recuperada apresentou coloração clara, brilho baixo, espuma baixa e turbidez elevada. Essas características são comuns desse tipo de produto.

b) Aroma e Sabor da Cerveja

As cervejas apresentaram aroma e sabor característicos da bebida, no entanto, algumas amostras foram classificadas como inviáveis de acordo com a escala de nota atribuída pelos degustadores.

Os degustadores apresentaram os requisitos mínimos para execução da análise sensorial, bem como não apresentavam problemas de saúde, como gastrite, gripe, náuseas, entre outros. Todos os dez degustadores possuíam curso profissional de Degustares de Cervejas e eram maiores de idade. Nenhum questionário foi excluído da apuração de notas.

A Tabela 3 mostra as principais características ou defeitos encontrados nas amostras, onde 0% significa que os degustadores não conseguiram encontrar a característica/defeitos citados. Foi possível observar que a cerveja recuperada apresentou quase todas as características/defeitos citadas, exceto amargor remanescente. Cerca de 80 % dos degustadores encontrou o defeito de sulfeto de hidrogênio, que na memória degustativa dos entrevistados foi comparado ao ovo podre.

Tabela 3 - Percepção das características e defeitos citados.

	Recuperada	Controle	T0.05	T0.10	T0.15
Diacetil	100%	0%	0%	20%	60%
Acidez	100%	100%	100%	100%	100%
Sulfeto de hidrogênio	80%	0%	0%	10%	20%
Amargor remanescente	0%	100%	100%	100%	100%
Corpo	100%	0%	0%	0%	0%

Todas as amostras apresentaram acidez evidente, sendo o diacetil e sulfeto de hidrogênio encontrados nas amostras T0,10 e T0,15. Essas duas amostras, portanto, foram classificadas como inviáveis.

A intensidade dos atributos citados está representada na Tabela 4. Foi possível verificar que a amostra da cerveja recuperada apresentou forte aroma de diacetil, acidez moderada a forte, sulfeto de hidrogênio moderado no aroma e muito leves amargor e corpo. O diacetil apresenta memória degustativa comparativa à manteiga de garrafa e ranço.

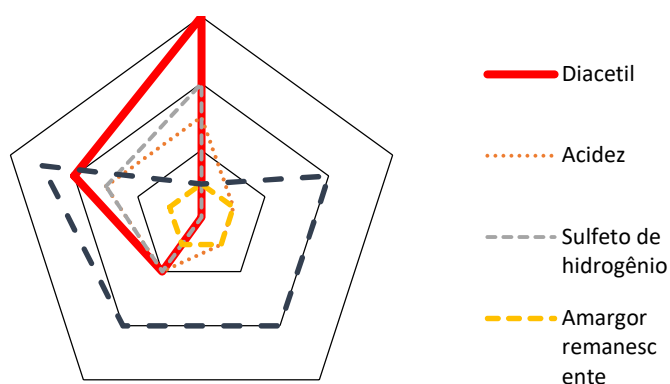
Tabela 4 - Intensidade das características e defeitos citados.

	Recuperada	Controle	T0.05	T0.10	T0.15
Diacetil	6	0	0	2	4
Acidez	3	1	1	2	3
Sulfeto de hidrogênio	4	0	0	2	3
Amargor remanescente	1	1	1	1	1
Corpo	1	4	4	4	5

As amostras, controle e T0,05 apresentaram as mesmas características de intensidade de atributos, ou seja, a utilização de cerveja recuperada em até 5% de proporção, com relação à cerveja comum, foi viável. Ambas apresentaram acidez e amargor remanescente muito leves e corpo moderado.

As cervejas T0,10 e T0,15 apresentaram os maiores desvios de atributos, sendo diacetil de moderado a forte na última amostra. Nota acima de 4 para esse atributo deve ser considerada crítica (não aprovada para liberação) para viabilidade de consumo dessa bebida. Outro importante defeito foi encontrado nessas bebidas, o sulfeto de hidrogênio.

A Figura 3 é um gráfico de radar que mostra a intensidade dos atributos encontradas nas amostras. Em destaque, de vermelho, está a percepção do diacetil nas bebidas, sendo muito intenso na cerveja recuperada e presente nas amostras T0,10 e T0,15.

Figura 3 - Gráfico de radar que mostra a intensidade dos atributos encontradas nas amostras.

5 CONCLUSÃO

Ao término do trabalho foi concluído que o experimento com a menor concentração (5%) de cerveja recuperada apresentou melhores características sensoriais, não interferindo no sabor e aroma, os demais experimentos apresentaram aroma e sabor descaracterizados devido a identificação de diacetil.

O diacetil conferiu as amostras um aroma rançoso, queijo e leve adocicado, que não eram interessantes na produção desse tipo de cerveja (Pilsen). A cerveja comum apresentou pico de diacetil com cerca de 72 horas após o início do processo de fermentação.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA E SILVA, J.B. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, W.G. (org.) **Tecnologia de Bebidas**. São Paulo: Edgar Blücher, 2005.

AQUARONE, E.; LIMA, U.A.; BORZANI, W. (Ed.). *Biotecnologia na produção de alimentos*. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

AZEVEDO, L.F.; SOUZA, P.G. Avaliação da perda de extrato de cerveja na etapa de brassagem em uma microcervejaria de Manaus. **Brazilian J. of Develop**, v. 7, n. 1, p. 34537- 34556, 2021.

BRASIL. 2019a. Decreto-lei nº 9902, de 08 de julho de 2019. Altera o Anexo ao Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, que regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Brasília: Diário Oficial, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/ produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/decreto-no-9-902-de-8-de-julho-de-2019.pdf/view>. Acesso em: 03 abr. 2021.

BRASIL. 2019b. Instrução Normativa nº 65, de 10 dezembro de 2019. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para os produtos de cervejaria. Brasília: 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-65-de-10-de-dezembro-de-2019-232666262>. Acesso em: 03 abr. 2021.

CARVALHO, G.B.M.; ROSSI, A.A.; ALMEIDA E SILVA, J.B. Elementos biotecnológicos fundamentais no processo cervejeiro. 2º parte: A Fermentação. **Revista Analítica**, n. 26, p. 46-54, 2007.

DRAGONE, G.; ALMEIDA E SILVA, J.B. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, W. G. (org.) **Bebidas Alcoólicas: Ciência e Tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2010.

EUROPEAN BREWERY CONVENTION - EBC. **Analytica - EBC**. 4º ed. Zurich: Brauerei, 1987.

KUNZE, W. **Technology Brewing and Malting**. Berlin: VLB Berlin, 2019.

LEHNINGER, T. M., NELSON, D. L. & COX, M. M. **Princípios de Bioquímica**. 6^a Ed. São José do Rio Preto: Artmed, 2014.

MORADO, R. **Larousse da cerveja**. São Paulo: Larousse do Brasil, 2018.

OLIVER, G & MENDES, I. **O Guia Oxford da Cerveja**. São Paulo: Blucher, 2020.

SANTOS, M.A.S.; RIBEIRO, P.V.L.; ANDRADE, C.P.; MACHADO, A.R.G.; SOUZA, P.G.; KIRSCH, L.S. Physicochemical and sensory analysis of craft beer made with soursop (*Annona muricata* L.). **Acta Sci.Pol. Technol. Aliment**, v. 20, n. 1, p. 103-112, 2021.

SALES, L.; SOUZA, P.G. Produção de cerveja do estilo Catharina Sour com Araçá-boi (*Eugenia stipitata* McVaugh). **Brazilian J. of Develop**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 1599-1613, 2021.

SILVA, D.P. **Produção e avaliação sensorial de cerveja obtida a partir de mostos com elevadas concentrações de açúcares inicial**. 2005. Tese (Doutorado em Biotecnologia Industrial) - Faculdade de Engenharia Química de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2005.

SILVA, D.F.; SOUZA, P.G.; ALBUQUERQUE, P. Avaliação da eficácia dos principais métodos de estabilização coloidal da cerveja tipo american lager. **Brazilian J. of Develop**, v. 7, n. 1, p. 34657 -34670, 2021.

SOUZA, P.G. **Elaboração de cervejas tipo lager a partir de farinha de pupunha (*Bactris gasipaes* kunth) como adjunto, em bioprocessos conduzidos com leveduras livres e imobilizadas**. 2010. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia e Recursos Naturais da Amazônia) - Escola Superior de Ciência da Saúde, Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2010.

SOUZA, P.G. **Formação de Sommelier de Cervejas**. Manaus: Escola Profissional Cervejeiro, 2021.

TSCHOPE, E.C. **Microcervejarias e Cervejarias: A História, a Arte e a Tecnologia**. São Paulo: Aden, 2001.

VENTURINI FILHO, W.G., CEREDA, M.P. Cerveja. In: ALMEIDA LIMA, U.; AQUARONE, E., BORZANI, W., SCHMIDELL, W. **Biotecnologia Industrial. Biotecnologia na Produção de Alimentos**. São Paulo: Edgar Blücher, 2001.

CAPÍTULO 4

PANORAMA DA ENERGIA SOLAR NO BRASIL E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

PANORAMA DA ENERGIA SOLAR NO BRASIL E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Michael Douglas Sousa Leite¹

Alberto Grangeiro de Albuquerque Neto²

Maria José Soares de Belchior Pires³

Wendell de Almeida Lacerda⁴

Jose Nunes de Oliveira Neto⁵

Verônica Cristian Soares de Belchior⁶

José Anderson Moura de Sousa⁷

José Edinando Cesário dos Santos⁸

Sandra Maijane Soares de Belchior⁹

Rodrigo Rodrigues da Silva¹⁰

Elania Cavalcante Cunha de Medeiros¹¹

DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.4

¹ Universidade Federal de Campina Grande – UFCG/Faculdade Católica Santa Teresinha – FCST. <https://orcid.org/0000-0002-9356-1872>. michaeldouglas_adm@hotmail.com

² Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. <https://orcid.org/0000-0002-1632-1808>. albertograngironeto@hotmail.com

³ Faculdades Integradas do Ceará-UniFIC. belbelchior@hotmail.com

⁴ Faculdades Integradas do Ceará-UniFIC. <https://orcid.org/0000-0002-9737-1013>. wendelllacerada@gmail.com

⁵ Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. <https://orcid.org/0000-0002-6118-4814> professornunesneto@gmail.com

⁶ Faculdades Integradas do Ceará-UniFIC/Faculdade Santa Maria – FSM. prof_veronicabelchior@hotmail.com

⁷ Faculdades Integradas do Ceará-UniFIC. andersonczmoura@gmail.com

⁸ Faculdades Integradas do Ceará-UniFIC. joseedinando@gmail.com

⁹ Faculdades Integradas do Ceará-UniFIC. <https://orcid.org/0000-0001-5807-2259>. sandrabelchior@hotmail.com

¹⁰ Faculdades Integradas do Ceará-UniFIC. rodrigorsilva97@gmail.com

¹¹ Faculdades Integradas do Ceará-UniFIC. elania.cavalcante@hotmail.com

RESUMO

A atual crise econômica, configura-se como fator propulsor para o desenvolvimento de mudanças. Em um contexto em que o desenvolvimento consciente se mostra cada dia mais necessário, a rentabilidade financeira de projetos com eficiência tecnológica e ambiental ganha destaque e é vista como fator determinante para o crescimento. Pensando nisso, o aproveitamento da energia originada pelo sol, tanto enquanto fonte de calor como de luz, é propício para fornecer toda a energia em termos de eletricidade. Assim sendo, essa pesquisa tem como objetivo desenvolver um estudo biográfico sobre o panorama da energia solar no Brasil e o desenvolvimento sustentável. Para tanto utilizou-se de artigos, livros, monografias, dissertações de mestrados, teses de doutorado e manuais que tratem a temática em estudo. Os resultados mostram que é evidente o benefício que a utilização das fontes alternativas pode trazer tanto para as organizações, quanto ao meio ambiente, beneficiando a população como um todo. O Brasil tem um enorme potencial quanto o assunto, que é energia solar e com certeza pode ser mais bem explorada por todos segmentos da indústria brasileira e mundial.

Palavras-chave: Desenvolvimento sustentável. Energia Limpa. Geração fotovoltaica. Recursos naturais.

ABSTRACT

The current economic crisis appears to be a driving factor for the development of changes. In a context in which conscious development proves to be more and more necessary, the financial profitability of projects with technological and environmental efficiency is highlighted and is seen as a determining factor for growth. With that in mind, the use of energy originated by the sun, both as a source of heat and light, is conducive to supply all the energy in terms of electricity. Therefore, this research aims to develop a biographical study on the panorama of solar energy in Brazil and sustainable development. For this purpose, articles, books, monographs, master's theses, doctoral theses and manuals were used that deal with the subject under study. The results show that the benefit that the use of alternative sources can bring both to organizations and to the environment is evident, benefiting the population as a whole. Brazil has enormous potential on the subject, which is solar energy and can certainly be better explored by all segments of Brazilian and worldwide industry.

Keywords: Sustainable development. Clean energy. Photovoltaic generation. Natural resources.

1 INTRODUÇÃO

A procura por fontes de energia que sejam renováveis é um dos desafios enfrentados pela sociedade nos últimos anos e vem ganhando importância com a preocupação com o meio ambiente. Uma das formas promissoras de contornar essa problemática é aproveitar a energia fornecida pelo sol, fonte limpa e gratuita de energia (DANTAS, POMPERMAYER, 2018).

De acordo com Alves e Lira (2018) a Energia Solar vem crescendo bastante, no entanto, no Brasil ainda é pouco explorado, tendo muito espaço ainda para evoluir. Com sol praticamente o ano inteiro, o território brasileiro é um campo vasto a ser explorado. De acordo com ENEEL (2020) no primeiro trimestre de 2019, foram conectados e instalados à rede de energia elétrica mais de 14,000 sistemas, sendo que ao final do corrente ano, ultrapassou a marca de 74.000 sistemas instalados e conectados, mostrando assim a média de crescimento fotovoltaico no Brasil. A estimativa da Empresa de Pesquisa e Energia (EPE), é que em 2027 o Brasil estará com 1,4 milhão de consumidores.

Assim sendo, essa pesquisa tem como objetivo desenvolver um estudo biográfico sobre o panorama da energia solar no Brasil e o desenvolvimento sustentável. Para tanto utilizou-se de artigos, livros, monografias, dissertações de Mestrados, teses de doutorado e manuais que tratem a temática em estudo.

O aproveitamento dos recursos naturais apresenta um desenvolvimento surpreendente dentro de diversos setores nos últimos anos, tendo em vista que a adesão de uma gestão com responsabilidade socioambiental tem se mostrado diretamente proporcional à rentabilidade. Dessa forma, a presente pesquisa justifica-se pela atual necessidade em estudar a rentabilidade ambiental a curto e longo prazo e, assim, contribuindo com o crescimento da exploração dessa fonte de energia ampla, limpa e inesgotável (SCHOSSLER, 2018).

A atual crise econômica, configura-se como fator propulsor para o desenvolvimento de mudanças nas empresas. Buscando atender às necessidades do mercado, as empresas brasileiras passaram a atuar em um novo contexto de produtividade, competitividade e controle financeiro.

Para alcançar esse novo padrão, as mesmas necessitam reunir requisitos básicos para a sustentabilidade dos negócios, baseados em um planejamento acertado e associado a ações empresariais, visto que, essas características são inerentes às

empresas de modo geral, independente da especificidade de produto ou serviço, que ela apresente.

Em um contexto em que o desenvolvimento consciente se mostra cada dia mais necessário, a rentabilidade financeira de projetos com eficiência tecnológica e ambiental ganha destaque e é vista como fator determinante para o crescimento ou abandono industrial de uma nova tecnologia construtiva. Nesse sentido, estudos de viabilidade da integração de sistemas de aproveitamento ambiental são primordiais para a continuidade do crescimento do setor com uma visão alternativa e racional (CABRAL; VIEIRA, 2012; SCHOSSLER, 2018).

2 O SETOR DE ENERGIA SOLAR

Ao longo dos últimos anos, o debate acerca do uso de fontes de energias alternativas tem se tornado frequente, à forma que as tradicionais fontes de energia como: carvão mineral, gás natural e petróleo agredem o meio ambiente bastante, além de ser fontes não-renováveis. Este panorama impulsiona os estudos na área de energias que sejam renováveis e as que são destacadas pelos autores (CRUZ, 2020; MORI, 2018) são a energia eólica, a biomassa e a solar. Isso está fazendo com que a dependência em relação aos combustíveis fósseis contraia, demonstrando assim, que problemas ambientais podem ter reduzido impacto com o uso das fontes alternativas.

A energia solar fotovoltaica é relatada por Andrade (2016) como a energia adquirida através da conversão da luz em eletricidade. O autor ainda destaca que os primeiros estudos sobre a temática foram dirigidos por Edmond Becquerel no ano de 1839, onde o mesmo observou pela primeira vez o efeito fotovoltaico, verificando uma pequena diferença de potencial em placas metálicas (prata, platina ou mergulhadas em eletrólito) expostas à luz.

Anos depois, em 1877, os norte-americanos R. E. Day e W. G. Adams criaram um dispositivo sólido de produção de eletricidade através da exposição da luz usando o selênio, que apesar de sua baixa eficiência (0,5%) foi comercializado pelo alemão Werner Siemens como fotômetros para máquinas fotográficas, no século XIX (MORI, 2018; ANDRADE, 2016).

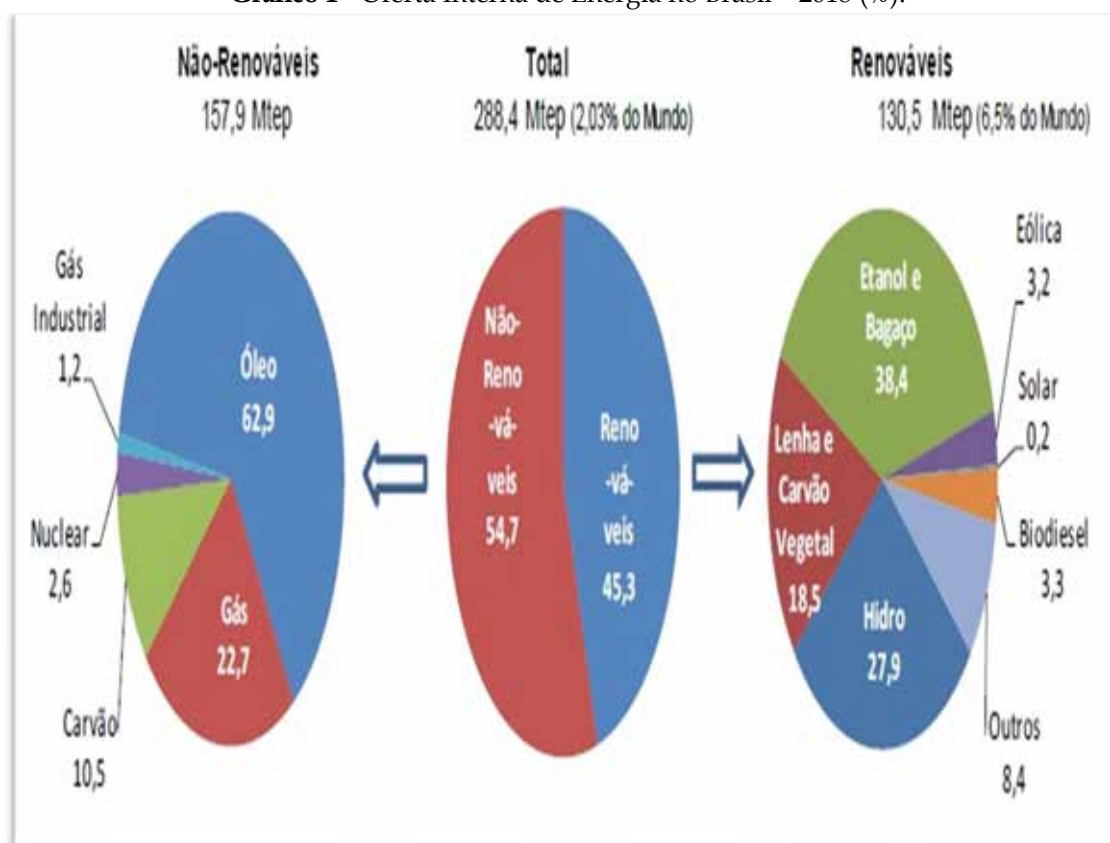
A princípio, o interesse pelo desenvolvimento da tecnologia era principalmente das empresas da área de telecomunicações, que procuravam fontes de energia para os sistemas instalados em locais mais remotos. Além da indústria espacial, que percebeu nessa tecnologia a fonte mais adequada para fornecer energia durante lon-

gos períodos de tempo no espaço e para alimentar os satélites (ANDRADE, 2016). Dessa forma, a energia solar teve grande avanço em sua tecnologia, otimizando o tamanho e peso das células assim como sua eficiência.

A crise energética do início dos anos 70 alavancou o interesse pela adaptação da tecnologia, no entanto, o alto custo das células fotovoltaicas inviabilizava sua aplicação em grande escala. Dessa forma, a ampliação do mercado e a modificação do perfil das empresas envolvidas no setor, têm otimizado a tecnologia, reduzido os preços das células fotovoltaicas e aumentando sua eficiência de forma a tornar possível sua utilização em larga escala, em residências e em locais desprovidos de rede elétrica (TEIXEIRA et al. 2011).

O gráfico 1 mostra como estava a distribuição da matriz energética no Brasil no ano de 2018. Nota-se que a 54,7% são não-renováveis (Óleo, Gás, Carvão e nuclear) e 45,3% são renováveis (Etanol, Hidroelétrica, Lenha e Carvão Vegetal e etc.).

Gráfico 1 - Oferta Interna de Energia no Brasil – 2018 (%).



Fonte: Ministério de Minas e Energia, 2019.

Segundo Nakabayashi (2015), a energia solar pode ser transformada em energia elétrica através de sistemas termos solares ou células fotovoltaicas. Tratando-se das células fotovoltaicas, a eletricidade é produzida quando há exposição de um material semicondutor dopado à radiação eletromagnética.

Colaborando Machado e Miranda (2015) relatam que as células fotovoltaicas encontradas atualmente no mercado, são, de modo geral de silício, podendo ser de silício policristalino/amorfo ou de silício monocristalino essas apresentam maior eficiência na conversão. Os sistemas fotovoltaicos podem atuar de duas distintas: on-grid e off-grid. Os sistemas on-grid, atuam conectados à rede da concessionária sendo os mais utilizados. Já os off-grid funcionam através de baterias que atuam de maneira independente da rede da concessionária (SCHOSSLER, 2018).

Freitas e Hollanda (2015) destacam que os sistemas fotovoltaicos, conectados à rede de energia da concessionária, possuem configuração padrão: as placas fotovoltaicas modificam a energia solar em energia elétrica, que é transmitida para o inversor, cuja a função é converter a energia contínua em energia alternada. O inversor disponibiliza a energia alternada para o Quadro de Distribuição de Força e, para o relógio da concessionária, que precisa ser trocado por um medidor bidirecional.

Pode se afirmar que dentre as fontes alternativas de energia, a energia solar tem o maior destaque. Além de ser fonte renovável, a mesma está disponível em qualquer lugar da terra podendo ser utilizada para diferentes finalidades, desde o uso industrial até o uso doméstico (SCHOSSLER, 2018).

3 ASPECTOS DA VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRO

A análise de viabilidade de implantação de um sistema pode ser realizada de diferentes formas, em que os valores obtidos variam de acordo com as particularidades da metodologia adotada. Dentre os principais métodos para estimativa e análise de retorno do capital inicialmente investido e elaboração do fluxo de caixa, destacam-se o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o payback simples (LINDEMEYER, 2008).

Adotando uma linha de raciocínio, visualiza-se que nas empresas os orçamentos de aquisição necessitam dos planos de investimento para poderem executar suas atividades e tarefas.

Considera-se que neste tipo de orçamento, os investimentos que a organização fará, de forma a possibilitar as atividades e tarefas eficientemente. Para este fim, a empresa além de investir, será necessário na sua maioria, aplicar o capital que assegurarão as vendas, prestações de serviços e a produção, com o intuito de atender as necessidades do mercado.

De acordo com Moreira (2012, p. 41):

o Plano de Investimentos tem por função detalhar os investimentos planejados, especialmente os de ampliação do Ativo Permanente da empresa, que visam ao atingimento de metas fixadas para o futuro. São previstas aquisições de itens do Ativo Imobilizado, tais como novas máquinas ou móveis, como também aquisição de participação acionária em outras empresas. Além do valor de custo, no caso de itens dos Ativos Imobilizado e Diferido, inclui o custo corrigido e a exaustão e amortização acumuladas.

Certamente o orçamento de investimentos é determinante para os curtos e médios prazos, entretanto sua fundamental importância é vista no longo prazo, até porque este tipo de investimento possui resistência a mudanças. Por exemplo, numa linha de fabricação numa indústria mudanças nos equipamentos e maquinários, que retêm muitos recursos e no treinamento de funcionários principalmente em uma nova linha de fabricação; o que poderia repercutir na cultura organizacional que é mais algo mais sensível.

Complementando com o que foi mencionado Sanvicente e Santos (2011, p.123) afirma:

A vinculação do orçamento de capital com os planos de longo prazo é fundamental para qualquer empresa, pois a natureza dos investimentos em ativos imobilizados não permite flexibilidade suficiente para efetuar mudanças radicais posteriores sem grandes prejuízos. [...] O plano de longo prazo, em sua parte dedicada aos gastos com capital, deve ser mais cuidadosamente analisado em seu primeiro segmento anual para que os responsáveis pela elaboração do orçamento de capital possam tomar contato com projetos desse plano, que serão implantados nos anos seguintes.

Com o intuito de preparar um orçamento de investimento apropriado, o administrador precisará considerar os riscos e retornos de cada investimento para analisar se é satisfatório ou não, para isso, deverá utilizar ferramentas para avaliar estes riscos e retornos.

Sanvicente e Santos (2011, p.131) aduz sobre as ferramentas que avaliam os investimentos:

Os métodos de avaliação de propostas normalmente utilizados baseiam-se num tipo de análise de custos e benefícios. Os custos são representados pelo investimento líquido a ser realizado e os benefícios são as entradas líquidas de caixa [...]

De todos os métodos mais utilizados para a avaliação dos riscos e retornos de investimentos, pode-se mencionar, de acordo com Lunkes (2011) são: o método do valor presente líquido (VPL), o método da taxa interna de retorno (TIR) e o método *payback*.

Conforme Ross, Westerfield e Jordan (2011, p.214) o VPL consiste em:

A diferença entre o valor de mercado de um investimento e seu custo é denominada **valor presente líquido do investimento**, abreviada por **VPL**. Em outras

palavras, o valor presente líquido é uma medida de quanto valor é criado ou adicionado hoje por realizar um investimento. **(Grifos do autor)**

O valor presente líquido (VPL) de um fluxo de caixa de uma operação é o somatório de todos os valores futuros calculados no instante $t=0$ juntamente com o valor no instante zero. Indica o valor atual de uma série uniforme de capitais futuros, descontados a uma determinada taxa de juros compostos. O VPL considera que o capital se valoriza com o passar do tempo, sendo possível calcular o ganho real do investimento.

Quanto a TIR, Lunkes (2011, p.57) afirma:

O método da taxa interna de retorno difere do método do valor presente líquido, porque determina o rendimento potencial do investimento. A taxa interna de retorno é a que deixará o valor presente do dispêndio de capital proposto igual ao valor presente das entradas de caixa anual esperadas (VPL igual a zero).

A taxa interna de retorno de um fluxo de caixa é a taxa real de juros de operação financeira que faz com que o VPL seja igual a zero. Isso significa que ela é a taxa de juros para a qual o valor presente das receitas torna-se igual aos desembolsos. Ela deve ser comparada com a TMA para a conclusão a respeito da aceitação ou não do projeto.

A outra técnica é o *payback*, Assaf Neto (2010, p.340) define:

O período de *payback*, de aplicação bastante generalizado na prática, consiste na determinação do tempo necessário para que o dispêndio de capital (valor de investimento) seja recuperado por meio dos benefícios incrementais líquidos de caixa (fluxo de caixa) promovidos pelo investimento.

É um indicador de atratividade do negócio, pois mostra o tempo necessário para que o empreendedor recupere tudo o que investiu no negócio. Ele é obtido sob a forma de unidade de tempo e consiste, basicamente, numa modalidade de cálculo inversa à da rentabilidade. Esse é o período necessário para que se tenha o retorno sobre o investimento em um projeto. A partir do momento do *payback* o projeto passa a ser vantajoso do ponto de vista financeiro.

O investimento é a fase preliminar da obtenção do lucro, então espera-se obter o mesmo em um determinado período de tempo, logo tem-se a intenção de reduzir o *Payback* para que possa atingir a viabilidade do projeto e aumentar a lucratividade financeira, consequentemente expondo o investidor a riscos menores, porém se o período de realização do mesmo for menor que o *Payback* não será viável a execução.

Posteriormente, a todas as análises terem sido executadas, é preciso equilibrar os futuros investimento com a capacidade financeira da entidade em questão, para que o orçamento de investimentos seja preparado de maneira satisfatória.

Outra ferramenta é a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) que é a taxa de juros abaixo do qual a empresa considera como não atrativa para a realização do empreendimento. Em outras palavras, pode-se dizer que a TMA é a taxa de juros mínima que um investidor se propõe a ganhar ou o máximo que o investidor pagará quando faz um financiamento pela realização do projeto. Quando se pretende fazer um investimento, obviamente é pensado no quanto pode se ganhar, então para obter um valor mínimo que poderá ser recebido tem-se a taxa mínima de atratividade.

4 DESENVOLVIMENTO SUSTÁVEL

Nos últimos anos, devido à implementação de tecnologias novas voltadas ao armazenamento e na conversão de energia, as taxas de emissão de CO₂ nos últimos anos desaceleraram. No entanto, essas taxas de emissão CO₂ permanecem ainda elevadas. Até 2018, a contribuição principal para o aumento da utilização de fontes de energia primária adveio do gás natural: a taxa de crescimento foi cerca de 1,7% ao ano, que foi auxiliado pelo fornecimento de gás natural liquefeito e pela energia também renovável, como a energia solar e eólica. Embora a taxa de emissão de CO₂ tenha sido mais lenta que a analisada nos últimos 20 anos, as políticas até o momento adotadas ainda não são suficientes para impedir que as emissões de CO₂ continuem aumentando, assim, se prevê que as emissões de CO₂ aumentem em 2040 até 40% (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2018; FERREIRA, 2021)

Além desse aumento de emissões, o consumo de energia mundial aumentará 18% até 2030 e até 2050 38%, junto com o consumo de eletricidade, que aumentará em uma taxa mais elevada 2,5% até 2030 ao ano (UNESCO, 2017).

À medida que a população do mundo cresce e o ambiente é degradado por causa ao desenvolvimento econômico, são necessárias diversas estratégias para garantir o abastecimento de todos.

Desse modo, o estudo de energias renováveis tem se tornando imprescindível. Sistemas de energia solar estão em ascensão no mundo todo devido a mudanças de políticas e necessidade de redução da dependência das energias que geram gases do efeito estufa. Dentre os desafios principais para a implantação desses sistemas se destaca as demandas por: incentivo políticos e pesquisas e investimentos em tecnologia. (BATISTA et al., 2020).

Vale destacar que a definição mais aceita para os estudiosos de desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações. É o desenvolvimento que não esgota os recursos para o futuro.

A energia solar está cada vez mais no cotidiano das pessoas, pois além de ser uma maneira eficaz na geração de eletricidade, é de grande importância para o meio ambiente, pois favorece na diminuição da emissão de gases CO₂ por ser uma forma limpa de energia (CHIARELLO, SANTOS, PALUDO, 2020).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas discussões levantadas os sistemas solares são viáveis tanto por ser um modo de geração de energia inesgotável e acessível, quanto por apresentar uma produção de energia totalmente limpa.

Um dos enormes desafios no mundo hoje está relacionado a utilização dos diferentes tipos de energia de forma sustentável e eficiente. Compreender os cenários envolvidos na matriz energética no mundo pode ser um fator determinante para o futuro das gerações. E esse entendimento contribuiu para o desenvolvimento significativo de fontes renováveis, substituindo as tradicionais que agredem o meio ambiente.

Desse modo, a adoção de sistemas de Energia Solar pode trazer benefícios claros a população. O valor unitário de energia mostra que, de modo geral, a produzida pelo sistema é mais em conta que o praticado pela concessionária. Ou seja, o produtor está economizando toda vez que consumir a energia que seu próprio sistema a produz.

Sendo assim, é evidente o benefício que a utilização das fontes alternativas pode trazer tanto para as organizações, quanto ao meio ambiente, beneficiando a população como um todo. O Brasil tem um enorme potencial quanto o assunto, que é energia solar e com certeza pode ser mais bem explorada por todos segmentos da indústria brasileira e mundial.

REFERÊNCIAS

ALVES, D. R. da S.; LIRA, M. A. T. Estudo de viabilidade técnica e econômica para implantação de energia solar fotovoltaica em unidade consumidora no aeroporto de Teresina no Estado do Piauí. **VII Congresso Brasileiro de Energia Solar** – Gramado, 17 a 20 de abril de 2018.

ANDRADE, A. V. de. Estudo de sistema inversor grid- connected monofásico aplicado à geração fotovoltaica. **Trabalho de Conclusão de Curso** apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica: Universidade de Pernambuco, 2016.

ANEEL, **Nota Técnica nº 0129/2012**. ENEEL, 27 de agosto de 2020.

ASSAF NETO, A. **Finanças corporativas e valor**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

BATISTA, W. A.; SOUZA, A. A. d.; FONSECA, S. E.; SILVA, S. E. da. Energias sustentáveis: a viabilidade econômico financeira da utilização de energia solar no Brasil. **FACEF Pesquisa: Desenvolvimento e Gestão**, v. 23, n. 3, 2020.

CABRAL, I. de S.; VIEIRA, R. Viabilidade econômica x viabilidade ambiental do uso de energia fotovoltaica no caso brasileiro: uma abordagem no período recente. In: **III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, 2012.

CHIARELLO, G. F.; SANTOS, T. M. dos.; PALUDO, L. O sistema fotovoltaico como uma alternativa de energia renovável com menor impacto ambiental. **Braz. J. of Develop., Curitiba**, v. 6, n. 12, 2020.

CRUZ, R. A. da. Estudo de viabilidade técnica e econômica para geração de eletricidade através do uso de células fotovoltaicas. **Trabalho de Conclusão de Curso** apresentado ao curso MBA em Gestão Empresarial, de Pós-Graduação lato sensu, Nível de Especialização, da FGV/IDE, 2020.

DANTAS, S. G.; POMPERMAYER, F. M. Viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos no Brasil e possíveis efeitos no setor elétrico. Texto para discussão / **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**. Brasília: Rio de Janeiro: Ipea, 2018.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2017**. Ano base. Rio de Janeiro: EPE, 2017.

FERREIRA, B. T. Captação de energia a partir de reações de neutralização. **Dissertação Mestrado**: Programa de Pós-Graduação em Química, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, 2021.

FREITAS, B. M. R.; HOLLANDA, L. **Micro e Mini geração no Brasil**: Econômica e entraves do setor. FGV Energia. 2015.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050**. 2018. Disponível em: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/RDS-1-38_web.pdf. Acesso em: 18 fev. 2021.

LINDEMAYER, R. M. Análise da viabilidade econômico-financeira do uso do biogás como fonte de energia elétrica. **Trabalho de Conclusão de Curso**: apresentado Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.

LUNKES, R. J. **Manual do orçamento**. 2. ed. 5. reimpr. São Paulo: Atlas. 2011.

MACHADO, Carolina T.; MIRANDA Fábio S. Energia solar fotovoltaica: uma breve revisão. 2015. **Revista Virtual de Química**. v. 7, n. 1, 2015.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Resenha Energética Brasileira**. Exercício de 2018: Edição de Maio de 2019. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético, 2019.

MOREIRA, J. C. **Orçamento empresarial**: manual de elaboração. 8. ed. 2. reimpr. São Paulo. 2012.

MORI, I. Y. Análise da viabilidade de um sistema de geração distribuída solar fotovoltaica para UTFPR Londrina. **Trabalho de Conclusão de Curso**, apresentado como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina, 2018.

NAKABAYASHI, R. Microgeração fotovoltaica no Brasil: viabilidade econômica. **Tese (Doutorado)**, Universidade de São Paulo, 2015.

ROSS, S. A; WESTERFIELD, R. W; JORDAN, Bradford D. **Princípios de administração financeira**. 2. ed. 10. reimpr. São Paulo: Atlas. 2011.

SANVICENTE, A. Z.; SANTOS, C. da C. **Orçamento na administração de empresas**. 2. ed. 21. reimpr. São Paulo: Atlas. 2011.

SCHOSSLER, M. H. Estudo de viabilidade financeira para implantação de sistemas de energia solar fotovoltaica em residências e empreendimentos comerciais do município de Lajeado. **Trabalho de Conclusão de Curso** de Engenharia Civil, da Universidade do Vale do Taquari: Univates, 2018.

TEIXEIRA, A. de A.; CARVALHO, M. C.; LEITE, L. H. de M. Análise de viabilidade para a implantação do sistema de energia solar residencial. **E-xacta, Belo Horizonte**, v. 4, n. 3, p.118-136, 2011.

UNESCO. **United Nations World Water Development Report, Wastewater: The Untapped Resource**, first ed., Paris, 2017.

CAPÍTULO 5

LEVANTAMENTO DA INVASÃO DE *ERAGROSTIS PLANA* NEES (CAPIM- ANNONI) NO BRASIL

SURVEY OF INVASION OF ERAGROSTIS PLANA NEES (TOUGH LOVERGRASS) IN BRAZIL

*Bianca Motta Dolianitis¹
Viviane Dal-Souto Frescura²*

DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.5

¹ Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul. <https://orcid.org/0000-0003-1818-9529>. biancadolianitis@hotmail.com

² Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul. <https://orcid.org/0000-0003-1520-6979>. viviane.frescura@ufsm.br

RESUMO

O capim-annoni (*Eragrostis plana* Nees) é uma gramínea invasora originária da África do Sul, chegou ao Brasil acidentalmente na década de 1950, tendo seu primeiro registro de ocorrência no Rio Grande do Sul. A invasão da espécie causa danos aos ecossistemas, no estado do Rio Grande do Sul a invasão torna-se ainda mais preocupante devido ao bioma pampa. Atualmente são escassos trabalhos que informem sobre os locais de ocorrência da espécie, por isso, são necessários trabalhos que informem sobre a invasão do capim-annoni para auxiliar em estudos de preservação dos biomas e controle da espécie. Assim, o presente estudo teve como objetivo gerar informações a respeito da invasão de capim-annoni no Brasil. Para o levantamento da invasão da espécie no Brasil, foram utilizadas redes de herbários virtuais, a base de dados do Instituto Hórus e expedições à campo. Os dados mostraram que o Brasil possui amplo nível de invasão, sendo o Rio Grande do Sul o estado com maior número de ocorrência, e em Cachoeira do Sul a espécie ocorre em todos os distritos.

Palavras-chave: Difícil controle. Expedições à campo. Herbários virtuais. Planta invasora.

ABSTRACT

The tough lovegrass (*Eragrostis plana* Nees) is an invasive grass native to South Africa, arrived in Brazil in the 1950s, had its first record of occurrence in Rio Grande do Sul. Invasion of the species causes damage to ecosystems in the state of Rio Grande do Sul, becomes even more worrying due to the pampa biome. There are few papers that report on the occurrence sites of the situation, therefore, it is necessary to work to report on the invasion of annoni grass to assist in studies of preservation of biomes and species control. Thus, the present study had as main objective the evaluation of the invasion of tough lovegrass in Brazil. In order to survey the invasion of the species in Brazil, we used virtual herbaceous nets, a database of Instituto Horus and expeditions to the field. The data found in Brazil have the level of invasion, with the highest number of occurrences in the state, and Cachoeira do Sul occurs in all districts.

Keywords: Difficult control. Field expeditions. Virtual herbaceous. Invasive plant.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a gramínea exótica capim-annoni (*Eragrostis plana* Nees) tem despertado interesse de pesquisadores, tanto em estudos que visam seu controle quanto estudos com foco nos danos causados às pastagens naturais do bioma Pampa.

A invasão é preocupante em qualquer um dos estados brasileiros, porém, no Rio Grande do Sul as informações são urgentes pela presença do bioma Pampa. O bioma Pampa ocupa 2% do território brasileiro, abrange a metade sul do Estado do Rio Grande do Sul, fazendo limite apenas com o Bioma Mata Atlântica e formado por quatro conjuntos principais de vegetação de campos, compostas por ervas e arbustos, situadas nas áreas geográficas conhecidas como Planalto da Campanha, Depressão Central, Planalto Sul-Rio-Grandense e Planície Costeira. Nesse bioma a cobertura vegetal de um modo geral é usada como pastagem natural ou ocupada com atividades agrícolas principalmente o cultivo de arroz (IBGE, 2008).

A capacidade produtiva de ecossistemas pastoris é reduzida com a invasão do capim-annoni. Estima-se que no Rio Grande do Sul o prejuízo econômico causado pela invasão do capim-annoni seja em torno de 30 milhões de dólares por ano, comparando-se o potencial de produção do campo natural com as áreas invadidas por capim-annoni e considerando-se também as perdas em arrecadação de impostos (IDEAAS, 2006 *apud* BASE DE DADOS NACIONAL DE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS I3N BRASIL, INSTITUTO HÓRUS DE DESENVOLVIMENTO E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL, 2019).

O Censo Agropecuário de 2017, realizado pelo IBGE, mostra que a área de pastagem natural no RS reduziu de 8.268.114 ha em 2006 para 7.519.347 ha em 2017, e quando comparamos com a área de pastagem natural no estado em 1975 que era 13.061.024 ha, a preocupação com a conservação dos campos sulinos aumenta ainda mais.

Segundo o Censo Agropecuário de 2017, realizado pelo IBGE, o município de Cachoeira do Sul possui 89.466,324 ha de pastagens naturais e 2.780 estabelecimentos agropecuários. No entanto, são escassas as informações sobre a ocorrência do capim-annoni no território do município.

Mesmo com os esforços de pesquisadores no estudo dessa gramínea invasora, são escassos os trabalhos que informem sobre os locais onde a espécie já foi encontrada. Os registros em Herbários também são grandes aliados no conhecimento dos locais de ocorrência de espécies como o capim-annoni. No entanto, esses dados

não estão apresentados de forma a informar o nível de invasão do capim-annoni no território brasileiro. Por isso, um trabalho que informe sobre a invasão do capim-annoni é necessário para auxiliar em estudos de preservação dos biomas e controle da espécie. Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo gerar informações a respeito da invasão de capim-annoni no Brasil, usando dados de herbários virtuais e de expedições a campo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para demonstrar a invasão do capim-annoni no Brasil foram utilizados dados coletados a partir de duas redes de herbários virtuais, Re flora e speciesLink.

A rede de herbários Re flora é um sistema que permite taxonomistas trabalharem de forma semelhante ao que já fazem nos acervos físicos, com acesso à imagens em alta resolução em uma plataforma online que permite a consulta, reidentificação e tipificação das amostras.

A rede de herbários speciesLink é um sistema distribuído de informação que integra dados primários de coleções científicas. Tendo por objetivo integrar a informação primária sobre biodiversidade que está disponível em museus, herbários e coleções microbiológicas, tornando-a disponível, de forma livre e aberta na internet (REDE SPECIESLINK, 2019).

Além das redes de herbários citadas anteriormente, foi utilizada a base de dados do Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. Esse sistema de informação é parte da rede I3N, a rede temática de espécies exóticas invasoras da IABIN – Rede Inter Americana de Informação sobre Biodiversidade (BASE DE DADOS NACIONAL DE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS I3N BRASIL, INSTITUTO HÓRUS DE DESENVOLVIMENTO E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL, 2019).

A consulta nas bases de dados descritas anteriormente foi realizada utilizando-se o nome científico da espécie "*Eragrostis plana*" e os dados foram conferidos e utilizados para a elaboração de tabelas. Posteriormente, com as coordenadas geográficas foram elaborados mapas para demonstrar a invasão da espécie no Brasil.

Levantamento da invasão através de expedições a campo:

Para complementar as informações já existentes nas bases de dados consultadas foram realizadas expedições a campo para verificar a ocorrência do capim-annoni num trecho compreendendo a BR 153 e a BR 287, que ligam Cachoeira do Sul a São Vicente do Sul e a RS 241 que liga São Vicente do Sul a São Francisco de Assis.

Também foram realizadas expedições a campo nos sete distritos de Cachoeira do Sul: Capané, Cordilheira, Bosque, Três Vendas, Ferreira, Barro Vermelho e zona urbana do município. Foram coletadas as coordenadas geográficas dos locais onde encontrou-se a espécie em pelo menos um ponto de cada distrito. A forma de coleta das coordenadas foi realizada através do aplicativo “Mapa Coordenadas”. Além da coleta das coordenadas foram também registradas imagens da espécie.

Os locais para coleta das informações foram aqueles considerados potenciais para a ocorrência da espécie exótica invasora *E. plana*: campos abertos e beiras de estradas.

Ficou determinado que para os registros seriam consideradas populações diferentes apenas aquelas em que houvesse uma distância de pelo menos 1000 metros de ocorrência da anteriormente registrada. Esse critério se fez necessário, pois, na rodovia a ocorrência era contínua, evidenciando o potencial de invasão da espécie.

Os dados coletados das bases de dados e os dados das expedições a campo foram digitados em uma planilha no Microsoft excel contendo estado, cidade, coordenadas geográficas (latitude, longitude) de onde a espécie foi encontrada, além da data de coleta dos dados.

A planilha elaborada foi utilizada para posterior elaboração de um mapa identificando as cidades que possuem ocorrências de capim-annoni no Brasil. Os mapas foram elaborados utilizando-se a ferramenta Google My Maps.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estados com registro de invasão da espécie são Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo, Distrito Federal, Bahia e Mato Grosso do Sul. Os dados das redes de herbários speciesLink e Re flora informaram registros a respeito da ocorrência do capim-annoni em estados que não eram registrados na base de dados do Instituto Hórus sendo esses São Paulo, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal (Figura 1).

Os dados apresentados na Tabela 1 referem-se às informações obtidas nas três plataformas consultadas neste trabalho (Instituto Hórus e herbários virtuais Re flora e speciesLink) e compiladas em uma única tabela, enquanto a Tabela 2 traz apenas os dados obtidos no Instituto Hórus.

Segundo os dados obtidos nas plataformas consultadas o estado que apresenta maior ocorrência de capim-annoni no Brasil é o Rio Grande do sul, com 56 regis-

tros, e alguns municípios do estado apresentaram mais de um local com registro da espécie (Tabela 3 e Figura 2).

A partir das expedições a campo realizadas nos distritos de Cachoeira do Sul percebeu-se que em todos os distritos há ocorrência de capim-annoni, sendo os principais locais de registro da espécie os campos abertos e as margens de rodovias. E apesar dos principais locais de ocorrência de capim-annoni serem campos e margens de rodovias, a partir das expedições a campo foi possível perceber que ela também ocorre em outros tipos de ambientes, sendo até mesmo encontrada em calçadas na área urbana do município de Cachoeira do Sul (Figura 3).

Tabela 1 - Número de ocorrências de capim-annoni (*Eragrostis plana* Nees) em cada estado do Brasil, elaborada a partir dos registros do Instituto Hórus e herbários virtuais Re flora e *spicesLink*.

Estado	Número de registros
Rio Grande do Sul	56
Santa Catarina	28
Paraná	20
Minas Gerais	6
São Paulo	3
Distrito Federal	3
Bahia	2
Mato Grosso do Sul	2
Espírito Santo	1

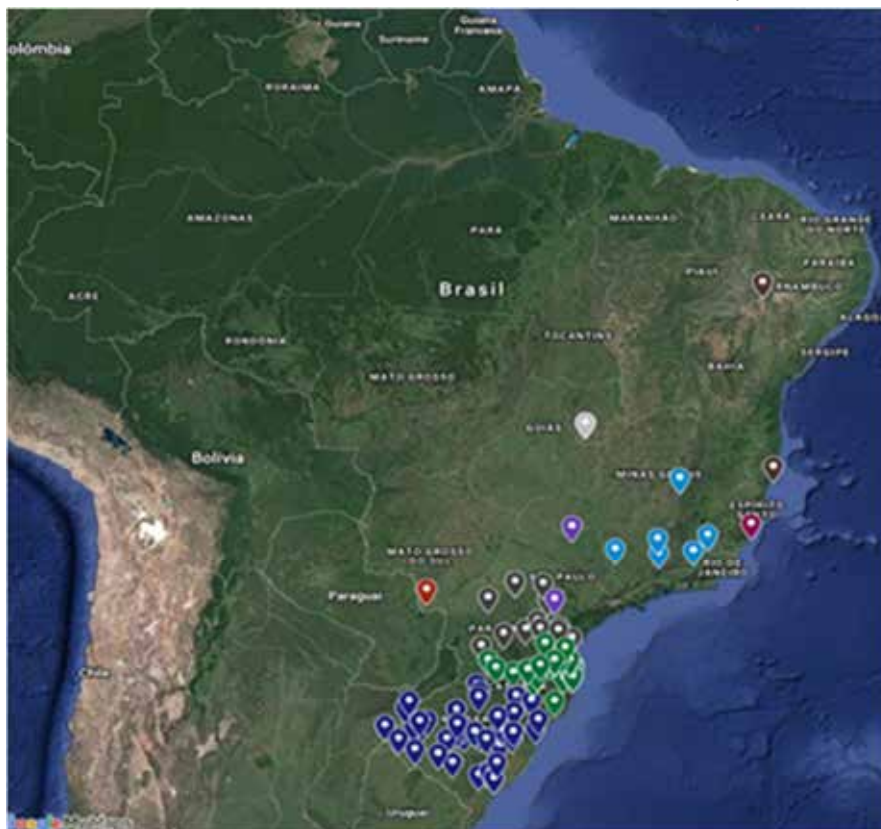
Tabela 2 - Número de ocorrências de capim-annoni (*Eragrostis plana* Nees) em cada estado do Brasil, elaborada a partir dos registros do Instituto Hórus.

Estado	Número de registros
Rio Grande do Sul	20
Paraná	7
Santa Catarina	3
Minas Gerais	2
Bahia	1
Espírito Santo	1

Tabela 3 - Número de ocorrências de capim-annoni (*Eragrostis plana* Nees) em cada município do Rio Grande do Sul.

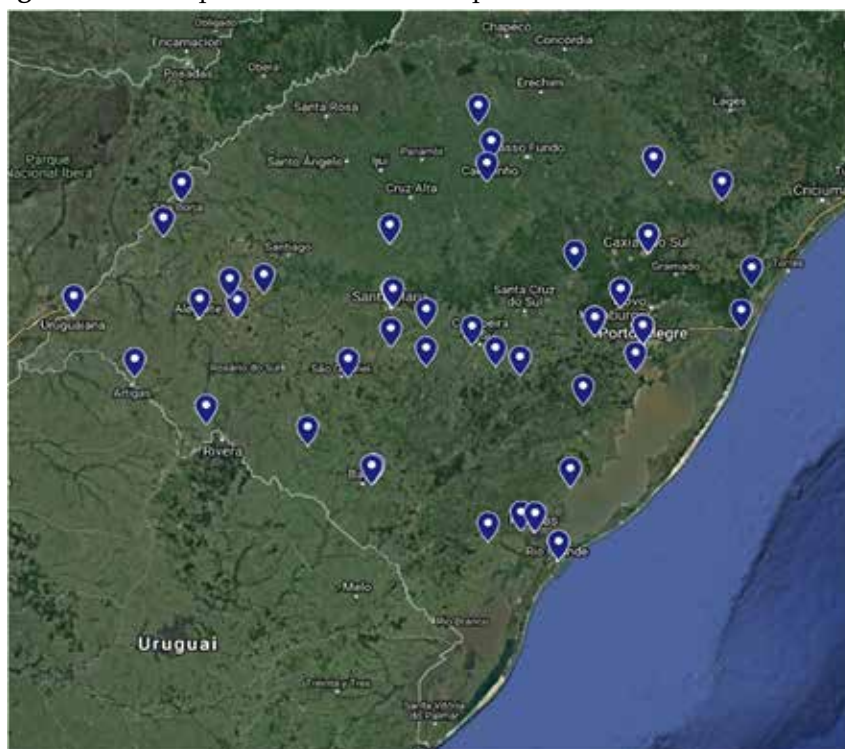
Município	Número de registros
Alegrete	2
Porto Alegre	3
Santa Maria	3
Capão do Leão	1
Sarandi	1
Pedro Osório	1
Arroio dos Ratos	1
Viamão	1
Montenegro	2
Guaíba	1
São Sepé	2
General Câmara	1
Tapes	1
Muitos Capões	1
Uruguaiana	3
Osório	1
Caxias do Sul	3
São Jerônimo	2
Tupanciretã	2
Santana do Livramento	1
Carazinho	1
Rio Grande	1
Hulha Negra	1
Bom Jesus	1
Cachoeira do Sul	1
Restinga Seca	1
Cruzeiro do Sul	1
São Francisco de Assis	1
Bagé	1
Pelotas	2
Manoel Viana	1
Barra do Ribeiro	1
Arroio do Meio	1
São Lourenço do Sul	1
Não-me-Toque	1
Itati	1
São Gabriel	1
Itaqui	1
Dom Pedrito	1
Pantano Grande	1
Quaraí	1
São Borja	1
Total de municípios: 42	Total de registros: 56

Figura 1 - Dados de invasão do capim-annoni no Brasil conforme registros da base de dados do Instituto Hórus e das redes de herbários virtuais Re flora e *speciesLink*.



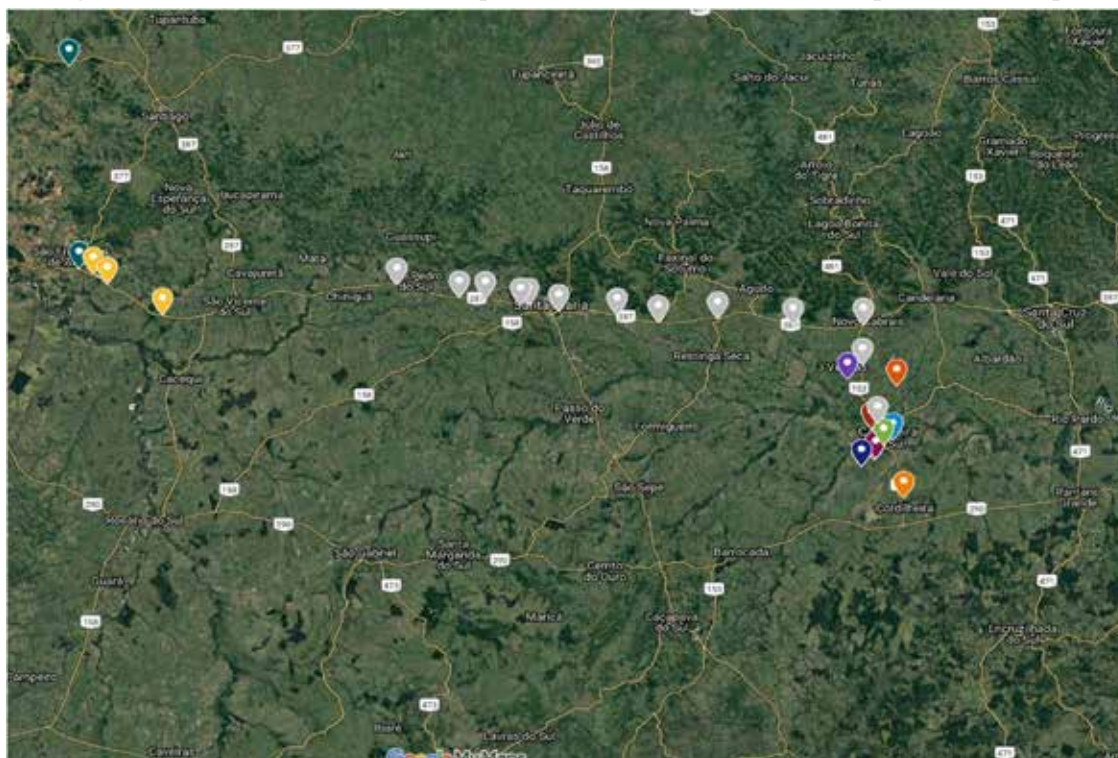
Fonte: Autores.

Figura 2 - Municípios com invasão do capim-annoni no Rio Grande do Sul.



Fonte: autores

Figura 3 - Locais de ocorrência de capim-annoni obtidos através de expedições a campo.



Fonte: autores

4 CONCLUSÃO

Conforme o levantamento de dados sobre a invasão de capim-annoni, conclui-se que o Brasil possui um amplo nível de invasão pela gramínea.

O caso mais preocupante de invasão por capim-annoni é o Rio Grande do Sul, representando essa situação devido aos prejuízos que o capim-annoni representa ao bioma pampa, caracterizado por vegetação rasteira e com predomínio de atividade agropecuária dependente de pastagens nativas ou cultivadas, que sofrem com a invasão do capim-annoni.

Em Cachoeira do Sul a espécie possui registros de invasão em todos os distritos, e inclusive na área urbana.

Os registros informam que o capim-annoni não ocorre apenas em ecossistemas abertos (campos) ou margens de rodovias, ocorrendo também em calçadas na área urbana.

A invasão já não é apenas um caso do bioma Pampa, ocorrendo também nos biomas Mata Atlântica e Cerrado. Essas informações sobre a invasão da espécie serão grandes aliadas em futuros estudos que tenham como objetivo a preservação dos biomas e controle do capim-annoni.

REFERÊNCIAS

FERREIRA, N. R.; MEDEIROS, R. B.; SOARES, G. L. G. Potencial alelopático do capim-annoni-2 (*Eragrostis plana* Nees.) na germinação de gramíneas perenes estivais. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.30, n.2, p.43-50, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222008000200006>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **1º Workshop sobre representação de biomas compatível com a escala 1:250 000: diretrizes para definição de limites**: [relatório técnico], 2018. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101588.pdf>>. Acesso em 15 de junho de 2019.

INSTITUTO HÓRUS. **Base de dados i3n Brasil de espécies exóticas invasoras**. Disponível em <<http://www.institutohorus.org.br>>. Acesso em: 25 jan. 2019.

REDE SPECIESLINK. Herbário da Universidade Federal de Minas Gerais (BHCB), Brazilian Laboratory of Agrostology (BLA), Herbário da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (CEN), Herbário Leopoldo Krieger (CESJ), Herbário da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (CGMS), Herbário Pe. Dr. Raulino Reitz (CRI), Herbário da Embrapa Clima Temperado (ECT), Herbário ESAL (ESAL), Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Santa Catarina (FLOR), Herbário da Universidade Estadual de Londrina (FUEL), Herbário Dr. Roberto Miguel Klein (FURB), Herbário Alarich Rudolf Holger Schultz (HAS), Herbário do Departamento de Ciências Florestais (HDCF), Herbário do Jardim Botânico Plantarum (HPL), Herbário do Trópico Semiárido (HTSA), Herbário da Universidade Estadual do Centro-Oeste (HUCCO), Herbário da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (HUCP), Herbário da Universidade de Caxias do Sul (HUCS), Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS), Herbário Vale do São Francisco (HVASF), Herbário do Vale do Taquari (HVAT), Herbário do Instituto de Ciências Naturais (ICN), Herbário INPA (INPA), Herbário do Parque da Ciência Newton Freire Maia (IRAI), Herbário Joinvillea (JOI), Herbário de Lages da Universidade do Estado de Santa Catarina (LUSC), Herbário do Museu Botânico Municipal (MBM), Missouri Botanical Garden - Brazilian records (MO), Herbário do Museu da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (MPUC), The New York Botanical Garden - Brazilian records (NY), Herbarium Anchieta (PACA-AGP), Herbário de São José do Rio Preto (SJRP), Herbário da Universidade Federal de Santa Maria (SMDb), Herbário do Estado "Maria Eneyda P. Kaufmann Fidalgo" - Coleção de Fanerógamas (SP), Herbário da Universidade de São Paulo (SPF), Herbário da Universidade de Brasília (UB), Herbário da Universidade Estadual de Campinas (UEC), Herbário da Universidade Federal de Goiás (UFG). Disponível em: <<http://www.splink.org.br>> em 24 de maio de 2019.

REFLORA- HERBÁRIO VIRTUAL. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual>>. Acesso em: 24 de maio de 2019.

CAPÍTULO 6

CAMINHOS DA COMUNICAÇÃO POPULAR DO CAMPO AGROECOLÓGICA

PATHS OF POPULAR COMMUNICATION IN THE AGRO-ECOLOGICAL FIELD

Silvana Cassia Hoeller¹
Melisa Magali Vila²

DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.6

¹ Universidade Federal do Paraná. orcid.org/0000-0002-5559-3355. E-mail: silvanahoeller@gmail.com
² Universidade Federal do Paraná. E-mail: melisamagalivila@gmail.com

RESUMO

O objetivo do trabalho foi refletir os caminhos da comunicação popular do campo, na área da agroecologia, buscando as experiências profissionais e acadêmicas em construção junto as populações rurais. Para estruturação deste artigo fizemos uma revisão teórica fundamentada em autores como Calazans (1991; 1993), Bordenave (1982), Verdejo (2006), entre outros, realizando um resgate histórico da extensão rural no Brasil, trazendo Paulo Freire como problematizador do aspecto extensionista, resgatando princípios para a mediação do extensionista como educador. Trouxemos aspectos para compreensão da comunicação popular como instrumento de mediação dos processos desenvolvidos nas comunidades camponesas. Buscamos trazer para as discussões, metodologias participativas, que trazem a extensão como mediação na perspectiva da comunicação popular. Portanto, o repensar constante do papel da assistência técnica dentro dos âmbitos rurais, está em constante diálogo com os processos de comunicação popular agroecológica, fundamentando-se na valorização dos sujeitos e na retomada do protagonismo das populações camponesas. Para isso torna-se urgente o resgate de princípios como: o diálogo, a horizontalidade, o conhecimento da realidade concreta, a percepção de si e do outro.

Palavras-chave: mediação. Participativa. comunidades camponesas.

ABSTRACT

The objective of this work was to reflect on the paths of popular communication in the field, in the area of agroecology, looking at the professional and academic experiences under construction with rural populations. To structure this article, we carried out a theoretical review based on authors such as Calazans (1991; 1993), Bordenave (1982), and verdejo (2006), among others, carrying out a historical review of rural extension in Brazil, bringing Paulo Freire as a problematizer of the extensionist aspect, rescuing principles for the mediation of the extensionist as an educator. We brought aspects for understanding popular communication as an instrument of mediation of the processes developed in peasant communities. We tried to bring to the discussions, participative methodologies that bring extension as mediation in the perspective of popular communication. Therefore, the constant rethinking of the role of technical assistance within rural areas is in constant dialogue with the processes of agro-ecological popular communication, based on the valorization of subjects and the resumption of the protagonism of peasant populations. For this, it is urgent to rescue principles such as: dialogue, horizontality, knowledge of concrete reality, perception of oneself and of the other.

Keywords: mediation. Participatory. peasant communities.

1 INTRODUÇÃO

O objetivo do trabalho é refletir sobre os caminhos da comunicação popular do campo, na área da agroecologia, buscando as experiências profissionais e acadêmicas em construção junto as populações rurais. Para estruturação deste artigo fizemos uma revisão teórica fundamentada em autores como Calazans (1991; 1993), Bordenave (1982), Verdejo (2006), entre outros, realizando um resgate histórico da extensão rural no Brasil, que teve uma construção histórica conectada a consolidação do sistema capitalista no campo, isso resultou em crescente deterioração dos aspectos culturais, sociais e ambientais das populações rurais.

Buscamos resgatar o significado da extensão rural, que de acordo com Freire (1977), está presente com características ligadas a: transmissão, messianismo, mecanicismo, invasão cultural, propaganda, persuasão, entre outras. O mesmo autor enfatiza que o extensionista coloca o camponês em um papel de inferioridade, em que o técnico estende uma visão de mundo. Assim, em contraposição ao conceito de extensão, o papel do técnico não é de extensionista, mas de educador com a tarefa de realizar a comunicação.

Nesta mesma perspectiva de contraposição, temos os movimentos de agricultura alternativa que se consolidam por meio da agroecologia, que trazem consigo a lógica do constante diálogo entre saberes científicos e saberes populares, para trabalhar os agroecossistemas na lógica de um processo alimentado pelo equilíbrio entre ser humano e natureza.

Portanto, para ancorar as reflexões trouxemos a comunicação popular agroecológica, que busca superar a lógica extensionista adotada historicamente no Brasil, para isso parte-se do conhecer a realidade que é uma necessidade emergente, na perspectiva da transformação. O processo de comunicação popular se desenvolve dentro da área de agroecologia e conecta-se as metodologias participativas que possibilitam a valorização das populações camponesas, por meio de horizontalidade, respeito, autonomia e empoderamento dos grupos.

2 O EQUÍVOCO DA EXTENSÃO AGRÍCOLA

Refletir sobre a extensão rural no Brasil, exige a retomada do processo histórico, em que o capital agrícola sobre transformações, entre as décadas de 1930 a 1950, como explica Ianni (1989, p. 29): “É através das sucessivas metamorfoses do capital agrícola que a industrialização se tornou possível [...]”. E o Estado, por meio de

estímulos e controle, canaliza o caminho do capital agrícola para o industrial. Para que esse processo se tornasse possível, havia uma preocupação em capacitar trabalhadores para essa reordenação do capital.

A assistência técnica juntamente com a educação se torna um campo para ajustar os trabalhadores rurais às condições técnicas de produção e às relações econômicas e políticas que atendem aos interesses da classe dominante representada por industriais e latifundiários (GRZYBOWSKI, 1986). Para justificar a necessidade de educação e treinamento para os camponeses, o Estado, em conjunto com a classe industrial e agrícola, atribuía ao trabalhador rural a rotulagem de atrasado e improdutivo, pois em um país agrário, no início do século XX, as relações no campo eram marcadas pela subsistência, que para a sociedade capitalista representava uma contradição.

Houve uma crescente deterioração dos aspectos culturais das populações rurais, pelas adaptações e ajustes que a penetração do capitalismo no campo brasileiro exigia, exacerbando as contradições nas relações com trabalho, em que o camponês passa a ser objeto das ações e políticas de governo.

Com a entrada dos EUA na Segunda Guerra Mundial houve preocupação com o fornecimento de matérias-primas, assim, o Institute of Inter-American Affairs – IIAA –, dirigido por Rockefeller, respondeu pelos primeiros programas de assistência técnica voltados às questões de saúde, educação e agricultura da América Latina (SZMRECSÁNYI; QUEDA, 1976).

A partir de 1942, diversas ações provenientes dos acordos técnicos com o governo americano foram implantadas: a comissão brasileiro-americana de óleos, com o objetivo de pesquisar sementes e produzir em larga escala; o acordo também entre o serviço de informações agrícolas brasileiras e o departamento de Estado dos Estados Unidos para produção de publicações de interesse; e o último naquele ano foi o acordo de “cooperação educacional”, que tinha como alvo o aumento de gêneros alimentícios para o exército e treinamento das populações que habitavam o campo (MENDONÇA, 2010).

Nessa perspectiva, a extensão rural toma força em 1956, com a criação da Associação Brasileira de Crédito e Assistência Rural – ABCAR, resultado do acordo entre o governo brasileiro e Nelson Rockefeller, com a intencionalidade de transformar os produtores familiares em ‘farmers’ (agricultores) americanos, contando com o crédito de empresas privadas americanas (CALAZANS, 1991).

A política de extensão rural acarretou um papel ao extensionista de persuasão, para que os camponeses substituíssem formas empíricas de tratar a terra pelo pacote técnico. Para consolidar esse processo, foram difundidos pacotes de insumos, que eram compostos por máquinas, venenos e sementes, financiados por empresas americanas. Para manusear o pacote de insumos, o camponês precisava de um conhecimento técnico que ele não dominava, originando as capacitações que, porém, não consideravam as especificidades de cada local, ou mesmo a cultura.

Para obter o pacote tecnológico, requer adoção de uma dívida com bancos, acarreta mudanças na realidade dos camponeses, assim a “extensão rural aparece, então, como um campo especializado de cujo quefazer se espera o sucesso destas mudanças” (FREIRE, 1977, p.25). As consequências desse processo se concretizam na saída dos agricultores do campo devido ao endividamento, consequentemente à perda da terra, a procura por oportunidades de trabalho na cidade, ou a venda da mão de obra como proletário rural, em que houve a perda da identidade e da cultura, criando novas relações e mediações da realidade.

Os programas implantados durante esse período histórico reuniam características que não correspondiam à realidade vivida pelo camponês, pois eram constituídos de cima para baixo, sem diálogo com as populações locais, na intenção de atender aos interesses nacionais ligados aos internacionais, ou seja, estruturavam-se políticas que não dialogavam com os sujeitos e a realidade.

As décadas de 1960 e 1970 foram marcadas pela proliferação de programas para o meio rural, programas voltados: a conscientização da população com referência a novos valores e hábitos para a participação coletiva e produtiva; capacitação para novas formas de trabalho. Os programas buscavam resolver as questões técnicas, humanas e culturais (CALAZANS, 1993).

Assim, a proliferação dos programas comungou com o pensamento hegemônico no Brasil, fundamentado no funcionalismo norte-americano com respeito aos papéis clássicos da agricultura no desenvolvimento econômico. Na época, os conservadores elegeram cinco funções econômicas para a agricultura:

- i) liberar mão-de-obra para a indústria; ii) gerar oferta adequada de alimentos;
- iii) suprir matérias-primas para indústrias; iv) elevar as exportações agrícolas; e
- v) transferir renda real para o setor urbano. Assim, somente se reconheceriam problemas ali onde algumas dessas funções não estivessem sendo sistemáticas e adequadamente atendidas [...] (DELGADO, 2005, p. 56).

Pela concepção das funções econômicas para a agricultura, evidenciava-se uma compreensão linear, em que seu papel seria o de coordenar e fazer funcionar

cada uma dessas funções e o problema econômico estaria sanado, isso tudo sem o habitante do campo.

Com a Lei n. 6.126, de 6 de novembro de 1974, a extensão rural no Brasil foi estatizada com a criação da Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMBRATER). Com a democratização do país 1988, tem -se o primeiro Programa Nacional de Reforma Agrária (PNRA), que busca atuação junto aos assentados e agricultores familiares.

Atualmente a extensão rural tem um papel a cumprir dentro da lógica da sociedade capitalista, apesar das diversas metodologias adotadas pelos extensionistas, as características do termo 'extensão', está presente, como: transmissão, messianismo, mecanicismo, invasão cultural, propaganda, persuasão, entre outras (FREIRE, 1977).

O repensar da extensão está conectado ao movimento da agroecologia, que ganha força no Brasil, na década de 1990, com os Encontros Brasileiros de Agricultura Alternativa (EBAA), questionando a exploração do capitalismo no campo. Esse movimento questionador amadurece juntamente com autores como: Altieri, Sevilla Guzmán, Gliessman, entre outros.

A agroecologia se fortalece como ciência, na busca constante do diálogo entre saberes científicos e saberes populares, para trabalhar os agroecossistemas na lógica de um processo alimentado pelo equilíbrio entre ser humano e natureza. Esse caminho que prioriza o diálogo e a comunicação, só se torna possível com a participação das populações camponesas, por meio de horizontalidade, respeito, autonomia e empoderamento dos grupos.

3 A COMUNICAÇÃO POPULAR AGROECOLÓGICA NA SUPERAÇÃO DO CARÁTER EXTENSIONISTA

A comunicação popular agroecológica, busca superar a lógica extensionista adotada historicamente no Brasil, para isso parte-se do conhecer a realidade que é uma necessidade emergente, na perspectiva da transformação.

Para a concretização desse processo, a comunicação torna-se imprescindível. A sociedade e a comunicação são indivisíveis um processo único. Conforme Bordenave (1982 p.27), "A comunicação serve para que as pessoas se relacionem entre si, transformando-se mutuamente a realidade que as rodeia". Com a comunicação as pessoas compartilham experiências, ideias e sentimentos. "Ao se relacionarem como seres interdependentes, influenciam-se mutuamente e, juntas, modificam a

realidade onde estão inseridas” (idem, 28). Para realização do processo de comunicação encontramos elementos que estão imbricados como a própria realidade, os sujeitos, os objetos que serão partilhados, as formas de compartilhar e os meios como por exemplo, a escrita.

Assim, a cultura funciona pela comunicação. É impossível viver em uma cultura, como por exemplo, a caçara, sem utilizar seus códigos. Cada cultura cria seus próprios signos e lhe atribui seus significados. A comunicação seria impossível sem a significação, isto é, a produção social de sentido (BORDENAVE, 1982).

A relação da educação com a comunicação pode ser considerada como natural, pois a educação é também um processo de comunicação entre pessoas. No campo educacional, Paulo Freire é uma das referências na relação histórica desses dois campos, manifesto principalmente na sua obra: ‘Extensão ou Comunicação?’, publicado a primeira vez em 1969 no Chile. Freire (1977, p. 69), traz que o ato de educar é um ato de comunicação e, mais do que isso, “é diálogo, na medida que não é transferência de saber, mas um encontro de sujeitos interlocutores, que buscam a significação dos significados”.

Nesse sentido Freire (1977) problematiza o conceito de extensão agrícola, colocando a ação de transformar o camponês em ‘coisa’, ou seja, um objeto das políticas de desenvolvimento. A propaganda, acompanhada do assistencialismo, faz do camponês um depósito de uma cultura externa. O autor enfatiza que o extensionista coloca o camponês em um papel de inferioridade, em que o técnico estende uma visão de mundo.

Em contraposição ao conceito de extensão, de acordo com Freire (1977, p. 24), o papel do técnico não é de extensionista, mas de educador e “sua tarefa corresponde ao conceito de comunicação”. Não há ser humano isolado, existe o sujeito pensante, que atua, fala sobre a realidade, que a mediação entre ele e outras pessoas, se estabelece a comunicação entre os sujeitos.

O ser humano é retratado como único ser que possui um pensamento-linguagem e capacidade de reflexão, vindo-se a tornar ferramenta de transformação da realidade. Freire elabora a teoria fruto da ação da extensão que é antidialógica, assim, incompatível com a educação, e essa intervenção acaba sendo o que ele denomina de ‘invasão cultural’.

Freire usa a expressão “educar e educar-se” para explicar que a metodologia comunicativa refuta qualquer “extensão educativa”, que por si só já se contradiz,

como ele esclarece na pesquisa semântica. No âmbito da comunicação, educador e educando dialogam ativamente em um processo no qual ambos são receptores e emissores, fazendo com que ambos se eduquem e percebam que nenhum dos dois tudo sabe ou nada sabe.

O contexto histórico do campo, sempre vertical, essencialmente antidialógico, contribui para o silêncio dos camponeses, no qual não se faz presente a troca de experiências. Reconhecendo esse problema, se pode começar então a quebrar essa estrutura e iniciar o processo de comunicação de base popular, que se torna primordial para determinadas mudanças no âmbito rural, para que os camponeses reconheçam a importância do seu saber e da sua fala. É por isso que a problematização dessa realidade se torna fundamental e só através dela existirá a possibilidade de desenvolver ações e pensamentos dinâmicos, não estáticos.

Tendo em conta os aportes teóricos que Freire, Bordenave, entre outros autores, possibilitou encontrar na bibliografia, os diferentes contextos de prática, ou seja, alternativas que surgiram no enfrentamento aos padrões e modelos extensionistas do universo rural. Para isso vamos contextualizar a construção de propostas alternativas que foram se delineando e foram aprimoradas para incorporar as diferentes estratégias de comunicação.

Na década de 1980, cresceu no Brasil o número de estratégias comunicacionais utilizadas por diversas instituições da sociedade civil e movimentos populares engajados em processos de mobilização de reivindicação por direitos e justiça social. Foram instrumentos ligados a luta do povo que se caracterizam como uma das formas de exercer o direito a comunicação. Essas iniciativas, de modo geral, têm sido compreendidas pelo termo comunicação popular e são meios de manifestação política, artística e cultural desenvolvidos com a finalidade de informar, mobilizar, denunciar, fomentar debates, formar, construir novos conhecimentos e confrontar pontos de vista (PERUZZO, 2008).

De acordo com Peruzzo (2008), a comunicação popular representa uma forma alternativa de comunicação, que emerge da ação dos grupos populares. Ela foi também denominada alternativa, participativa, horizontal, comunitária, dialógica e radical, dependendo do lugar social, do tipo de prática em questão e da percepção dos estudiosos. No Brasil, entre as primeiras publicações acadêmicas sobre o tema, destacam-se as de Regina Festa, Gilberto Gimenez, Juan Diaz Bordenave, Luis Ramiro Beltrán, entre outros, que trouxeram importantes contribuições para o desenvolvimento de estudos nessa linha de pesquisa.

Para Festa (1986, p. 25; 1984 pp. 169-170), “a comunicação popular nasce efetivamente a partir dos movimentos sociais, mas sobretudo da emergência do movimento operário e sindical, tanto na cidade como no campo”, e se refere “ao modo de expressão das classes populares”.

Em síntese, a comunicação popular, alternativa e comunitária é expressão das lutas populares por melhores condições de vida, a partir dos movimentos populares, e representam um espaço para participação democrática do ‘povo’. Possui conteúdo crítico-emancipador e reivindicativo e tem o ‘povo’ como protagonista principal, o que a torna um processo democrático e educativo. É um instrumento político das classes subalternas para externar sua concepção de mundo, seu anseio e compromisso na construção de uma sociedade igualitária (PERUZZO, 2008).

Quando fazemos referência ao ambiente rural e aos processos de comunicação, a problemática surge a partir do que resgatamos no processo histórico sobre a extensão no Brasil, que tem a modernização do campo como perspectiva de desenvolvimento, mas que traz diversas mazelas e impactos para as populações rurais. Se faz preciso repensar constantemente o papel da assistência técnica dentro dos âmbitos rurais, para que seja valorizado e retomado o protagonismo das populações camponesas, isso só acontece quando optamos por resgatar princípios como o diálogo, a horizontalidade, o conhecimento da realidade concreta, a percepção de si de do outro, o respeito, a valorização da cultura entre outros.

O mediador do espaço rural necessita conhecer a realidade concreta, que não se resume apenas em dados levantados, mas como a população do campo percebe os fatos e os dados em uma relação dialética. Nessa perspectiva, a comunicação é um passo primordial que está presente em todo processo de mediação. As metodologias adotadas devem ser centradas na participação dos camponeses como sujeitos dos processos desenvolvidos pela mediação.

Consequentemente, buscamos nesse aspecto, trazer experiências que trabalham a mediação extensionista do campo, por meio de processos de comunicação popular, para isso elegemos metodologias participativas que atualmente são desenvolvidas no ambiente rural e que se colocam como referência para os sujeitos e grupos que trabalham com agroecologia.

Dessa forma, a primeira experiência participativa, que se fundamenta na construção coletiva é a denominada de ‘Camponês à camponês’ - CAC, que resulta de um movimento que tem como objetivo melhorar a vida de pequenos agricultores e dos ambientes rurais, por meio de uma agricultura sustentável protagonizada pelos

camponeses, que se apoia nos princípios da agroecologia, solidariedade e inovação (HOLT-GIMENÉZ, 2008).

O CAC tem sua maior expressão em Cuba a partir da década de 90, vindo da Guatemala, Honduras e México, onde se desenvolveu nas comunidades indígenas e locais, ou seja, no berço das organizações populares. A metodologia do CAC populariza-se pela condição da realidade cubana, que pela condição do território, empoderou os camponeses, além de “técnicos, pesquisadores e dirigentes, o que propiciou um diálogo de saberes com um sentido mais profundo de pertença e mais compromisso social” (SOSA et al, 2011, p.66).

O processo da metodologia do CAC, busca trabalhar com a família camponesa que tem alguma experiência com algumas práticas e desenvolve algumas soluções, essa família transforma-se em um promotor das suas práticas, por meio de intercâmbios, no qual essa família visita a propriedade de outras famílias agricultoras e/ou recebe visita destas, ocorre à aprendizagem e a construção do conhecimento agroecológico. (SOSA et al, 2011). Os resultados do CAC foram favoráveis no que se refere a processos de transição agroecológica no território cubano, sendo essas experiências multiplicadas por outros países, com adaptações a cada realidade e idiosincrasia de cada território. É interesse resgatar que a metodologia CAC, nasce com a comunicação popular em que os camponeses estavam como sujeitos dos processos de mediação e educação. Esse processo nos remete a Freire (1977, p. 67), que traz a necessidade do sujeito pensante e que “na comunicação, não há sujeitos passivos”, as relações são horizontais entre o educador que aprende e é assim educando e, o educando que ensina e é, portanto, também educador. Para trabalhar na perspectiva de metodologias participativas que deve haver o termo ‘pensamos’, para que realmente a comunicação seja reciprocidade.

Trabalhar com metodologias participativas no planejamento da agricultura de base ecológica desenvolve na família agricultora um posicionamento crítico diante da realidade, identificando, priorizando os problemas e formulando estratégias concretas para seu enfrentamento. Podemos dizer que sem as metodologias participativas fica inviável para o(a) técnico(a) trabalhar como mediador e agroecologia nas comunidades rurais e facilitar o processo de comunicação popular.

Um segundo exemplo, de facilitação e mediação da comunicação popular agroecológica é o Diagnóstico Rural Participativo (DRP), que é um conjunto de técnicas e ferramentas que permite que as comunidades façam o seu próprio diagnóstico e a partir daí comecem a autogerenciar o seu planejamento e desenvolvimento. Em que os sujeitos envolvidos possam trabalhar com o processo de autorreflexão

sobre os seus próprios problemas e as possibilidades para solucioná-los (VERDEJO, 2006).

De acordo com Frans Geilfus (2002), existem diversas vantagens com a utilização das ferramentas do DRP, como: participação e empoderamento da comunidade; os próprios sujeitos envolvidos entendem seus problemas; as populações rurais analisam os seus resultados e tomam as decisões, com base nas informações que produziram; as comunidades rurais se apropriam dos processos, fazem a identificação, analisam e pensam nas soluções; o desenvolvimento da autoestima, por meio da sistematização e revalorização das experiências e conhecimentos locais. Nesse aspecto, tem uma função fundamental para impulsionar o diálogo e a comunicação popular entre os sujeitos, valorizando a atuação de cada pessoa, que fazem parte de um coletivo na comunidade rural.

As metodologias participativas expressam-se como caminhos para facilitar os processos de mediação, não podem ser tomadas como modelos, mas como possibilidades de ampliação do processo de comunicação popular no campo da agroecologia, entrelaçada essencialmente com a realidade dos camponeses(as).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O repensar constante do papel da assistência técnica dentro dos âmbitos rurais, está em constante diálogo com os processos de comunicação popular agroecológica, na perspectiva da valorização e retomado do protagonismo das populações camponesas. Para isso torna-se urgente o resgate de princípios como: o diálogo, a horizontalidade, o conhecimento da realidade concreta, a percepção de si e do outro, o respeito, a valorização da cultura entre outros.

Conhecer a realidade concreta é um papel do mediador rural, que não se resume apenas em dados levantados, mas como a população do campo percebe os fatos e os dados em uma relação dialética. Nessa perspectiva, a comunicação popular representa uma forma alternativa de facilitador da mediação técnica, que emerge da ação dos grupos populares, ou seja, tem a expressão das lutas populares por um espaço para participação democrática. A comunicação é um passo primordial que está presente em todo processo de mediação, portanto as metodologias adotadas devem ser centradas na participação dos camponeses como sujeito dos processos desenvolvidos pela mediação.

As metodologias participativas abrem possibilidades de uma comunicação de base popular no campo da agroecologia, que intencionam desenvolver um posi-

cionamento crítico diante da realidade, identificando e priorizando os problemas e formulando estratégias concretas para seu enfrentamento. Podemos dizer que sem as metodologias participativas fica inviável que a mediação da extensão possa trabalhar com Agroecologia nas comunidades rurais e facilitar o processo de comunicação popular.

REFERÊNCIAS

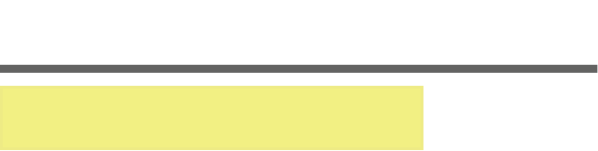
- BORDENAVE, J. E. D. **O que é a comunicação**. 1 ed. São Paulo: Brasiliense, 1982.
- CALAZANS, M. J. C. **Educação no meio rural: Educação e Escola no Campo**, Campinas, 1993.
- _____. **Retrospectiva Histórica: programas educativos para a população rural no Brasil**. INN: DANTE, P. J. de L. A escola da zona rural. São Paulo: FDE. Diretoria de Projetos Especiais, 1991.
- DELGADO, G. A questão agrária no Brasil, 1950-2003. In: JACCOUD, Luciana. **Questão social e políticas sociais no Brasil contemporâneo**. Brasília: Ipea, p. 51-90.2005.
- FESTA, R. Movimentos sociais, comunicação popular e alternativa. In: Festa, R.; Silva, Carlos Eduardo Lins da (Orgs.). **Comunicação popular e alternativa no Brasil**. São Paulo: Paulinas, 1986. p. 9-30.
- _____. **Comunicação popular e alternativa: realidade e utopias**.1984. (Dissertação de Mestrado – Comunicação) São Bernardo do Campo: IMS.
- FREIRE, P. **Extensão ou comunicação?** 7a Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977.
- GEILFUS, F. **80 herramientas para el desarrollo participativo**. San José, Costa Rica: IICA, 2002.
- GRZYBOWSKI, C. **Esboço de uma alternativa para pensar a educação no meio rural**. Contexto e Educação, Porto Alegre, n.4, pp. 49-58, 1986.
- _____. **Caminhos e descaminhos dos movimentos sociais no campo**. Petrópolis: Vozes, 1987.
- Holt Giménez, E. **Campesino a campesino :voces de Latinoamérica Movimiento Campesino para la Agricultura Sustentable**. Managua: SIMAS, 2008.
- IANNI, O. **A questão social**. Revista USP. São Paulo: set/out/nov,1989. p.145-154. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/25490/27236>
Acesso em: 28 out. 2019.
- MENDONÇA, S. R. de. **Estado, Educação Rural e Influência Norte-Americana no Brasil (1930-1961)**. Niterói: Editora da UFF, 2010.

PERUZZO, C. M. K. **Conceitos de comunicação popular, alternativa e comunitária revisitados**. 2008. Disponível em: <https://globalherit.hypotheses.org/7027>. Acesso em 22 mar.2021

SZMRECSÁNYI, T; QUEDA, O. **Vida rural e mudança social: leituras básicas de Sociologia Rural**. 2. ed. São Paulo: Nacional, 1976.

SOSA, B. M.; JAIME, A. M. R.; LOZANO, D. R. A.; ROSSET, P. M. **Revolução agroecológica: o movimento de camponês a camponês da ANAP em Cuba**. Cuba: ANAP, 2011.

VERDEJO, M. E. **Diagnóstico rural participativo**. Brasília: MDA/SAF, 2006.



CAPÍTULO 7

INFLUÊNCIA DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS E SUBSTRATOS NO DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO RABANETE (*RAPHANUS SATIVUS* L.)

*INFLUENCE OF CLIMATE AND SUBSTRATE ELEMENTS ON THE DEVELOPMENT OF THE RABANET CULTURE (*RAPHANUS SATIVUS* L.)*

*José Gabriel Junior de Holanda Rocha*¹

*Ângelo da Silva Gonçalves Júnior*²

*Laís Samara Rodrigues*³

*Edivania de Araujo Lima*⁴

*Gabriel Siqueira Tavares Fernandes*⁵

*Vynicius Barbosa de Oliveira*⁶

*Arão de Moura Neto*⁷

*Bruno Santos de Moura*⁸

*Walliane do Nascimento Portela*⁹

*Laila Lucia Sousa e Silva*¹⁰

DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.7

¹ Universidade Federal do Piauí. jose100g18@gmail.com

² Universidade Federal do Piauí. angelosgjunior@gmail.com

³ Universidade Federal do Piauí. laissamara.lsr@gmail.com

⁴ Universidade Federal do Piauí. edivania@ufpi.edu.br

⁵ Universidade Federal Rural de Pernambuco. agrogabrielt@gmail.com

⁶ Universidade Federal do Pará. vyniciuspi@gmail.com

⁷ Universidade Federal do Piauí. araomoura10@hotmail.com

⁸ Universidade Federal do Piauí. bsbruno955@gmail.com

⁹ Universidade Federal do Piauí. wallianeportela24@gmail.com

¹⁰ Universidade Federal do Piauí. barralah.2@gmail.com

RESUMO

O rabanete (*Raphanus sativus* L.) é uma cultura pertencente à família das Brassicaceae, tendo pequeno porte e boa tolerância às condições adversas do clima. Objetivou-se com esse trabalho acompanhar o crescimento e desenvolvimento do rabanete em ambiente protegido, cultivado em Bom Jesus, PI e relacionar com as condições microclimáticas observadas na região. O experimento foi conduzido em ambiente protegido, na área experimental da Universidade Federal do Piauí, utilizando o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x5, sendo os tratamentos dois tipos de substrato (comercial Basaplant® e húmus de minhoca) associados a um Latossolo Amarelo Distrófico com diferentes proporções. Os dados meteorológicos foram provenientes de uma estação meteorológica portátil (modelo Aw001), e as variáveis fitotécnicas avaliadas foram a altura da planta, diâmetro do colo e massa fresca da parte aérea. Dentre os tipos de substratos analisados, houve diferença significativa nas variáveis analisadas. O tratamento 5 (100% de substrato comercial), foi o que proporcionou maior altura da planta. No entanto, o tratamento 4 (75% de substrato comercial + 25% de solo) foi o que proporcionou as melhores possibilidades para o desenvolvimento da massa fresca da parte aérea e do diâmetro de colo do rabanete.

Palavras-chave: Brassicaceae; hortaliças; variáveis fitotécnicas.

ABSTRACT

The radish (*Raphanus sativus* L.) is a crop belonging to the Brassicaceae family, having small size and good tolerance to adverse weather conditions. The objective of this work was to monitor the growth and development of the radish in a protected environment, grown in Bom Jesus, PI and to relate it to the microclimate conditions observed in the region. The experiment was carried out in a protected environment, in the experimental area of the Federal University of Piauí, using a completely randomized design in a 2x5 factorial scheme, with the treatments being two types of substrate (commercial Basaplant® and earthworm humus) associated with a Yellow Dystrophic Oxisol. different proportions. The meteorological data came from a portable meteorological station (model Aw001), and the phytotechnical variables evaluated were plant height, neck diameter and fresh mass of the aerial part. Among the types of substrates analyzed, there was a significant difference in the analyzed variables. Treatment 5 (100% commercial substrate) was the one that provided the highest plant height. However, treatment 4 (75% commercial substrate + 25% soil) was the one that provided the best possibilities for the development of the fresh mass of the aerial part and the neck diameter of the radish.

Keywords: Brassicaceae; vegetables; phytotechnical variables.

1 INTRODUÇÃO

O rabanete (*Raphanus sativus* L.) é uma cultura pertencente à família Brassicaceae e originário da região Mediterrânea, sendo uma planta que apresenta pequeno porte e boa tolerância às condições adversas do clima (FILGUEIRA, 2008).

Em sua classificação, o rabanete se enquadra como uma hortaliça tuberosa, pelo fato de que as suas partes utilizáveis se desenvolvem dentro do solo, sendo rica em carboidratos (FILGUEIRA, 2008). Sua preferência no mercado consumidor se dá pela utilização de sua raiz tuberosa em saladas, mas há outras maneiras possíveis de se aproveitar também as suas folhas (MINAMI; TESSARIOLI NETTO, 1997).

Em relação às características nutricionais dessa espécie, o seu consumo traz diversos benefícios, uma vez que ela é fonte de fósforo, vitaminas e fibras. O rabanete apresenta uma casca de cor branca, vermelha ou vermelha e branca, enquanto a sua polpa tem sempre a cor branca. A raiz tuberosa tem-se grande variação no tamanho e na forma, podendo ser redonda, oval ou alongada. Entretanto, no mercado brasileiro tem-se preferência pelo consumo do rabanete redondo de casca vermelha (LANA; TAVARES, 2010).

Uma característica interessante é que dentre as culturas oleráceas, esta cultura destaca-se por apresentar um ciclo mais rápido. Na semeadura direta, inicia-se a colheita aos 25-35 dias após o plantio. (FILGUEIRA, 2008). Um dos benefícios de se cultivar esta espécie é a possibilidade da obtenção de renda durante o período entre duas safras de outras culturas de ciclos mais longos, visto que o rabanete, apresenta ciclo curto, proporcionando rápido retorno financeiro (CARDOSO; HIRAKI, 2001).

O desenvolvimento das plantas e da produção das culturas oleráceas, sofrem influência direta das condições ambientais (FILGUEIRA, 2008). Os elementos do clima, temperatura e umidade do ar, e a radiação solar, são os que mais exercem influência no crescimento e desenvolvimento das hortaliças (PUIATTI, MARIO, 2019).

Em relação ao substrato, a escolha e o manejo adequado são de grande importância para que se tenha a obtenção de mudas de qualidade. Independente de qual tipo de recipiente que será utilizado, deve-se dar preferência a utilização de substratos que favoreçam melhores condições de crescimento e desenvolvimento radicular, e que se tenha uma boa drenagem, aeração, nutrientes disponíveis para a planta, esterilidade biológica, retenção de umidade de maneira uniforme e agre-

gação das raízes. Além de observar outras características como pH, condutividade elétrica, CTC (capacidade de troca de cátions) (CLEMENTE, 2015).

O substrato pode ser adquirido já feitos, como os orgânicos, comercializados em lojas de produtos agropecuários (substrato comercial) ou ser produzido de forma caseira na propriedade. Na formulação de um substrato, o uso de materiais orgânicos o torna mais eficiente devido a melhora da permeabilidade, auxiliando para a agregação de partículas minerais e para correção de acidez. (CLEMENTE, 2015).

O cultivo das hortaliças em ambiente protegido refere-se ao cultivo no interior de casas de vegetação. No Brasil, o termo “estufa” é referente as casas de vegetação, sendo caracterizada por construções com proteção plástica, não tendo o controle de parâmetros climáticos como temperatura, umidade relativa e/ou de luz (PUIATTI, MARIO, 2019). O cultivo de hortaliças em casa de vegetação, tem-se como vantagens proporcionar condições de produção ao longo do ano, até mesmo na entressafra, com excelente produtividade e ótima qualidade (FILGUEIRA, 2008).

Diante o exposto, objetivou-se com a execução deste trabalho, acompanhar o crescimento e desenvolvimento do rabanete em ambiente protegido, cultivado em Bom Jesus, PI e relacionar com as condições microclimáticas observadas na região.

2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em ambiente protegido (telado) utilizando sombrite com malha de 50% de sombreamento, na área experimental da Universidade Federal do Piauí (UFPI/CPCE), em Bom Jesus – PI, no período de 02/03/2017 a 16/03/2017. O município possui clima quente e úmido, classificado por Köppen como Aw. Localizado nas coordenadas geográficas 09°04'28"S, 44°21'31"W, e altitude média de 277 m, com precipitação média entre 900 a 1200 mm ano⁻¹ e temperatura média de 26,2 °C (INMET, 2016).

O delineamento adotado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x5, sendo os tratamentos dois tipos de substrato (comercial Basaplant® e húmus de minhoca) associados a um Latossolo Amarelo Distrófico com diferentes proporções, (T1- 100% solo, T2 - 75% solo + 25% de substrato comercial, T3 - 50% solo + 50% de substrato comercial, T4 - 25% solo + 75% de substrato comercial, T5 - 100% substrato comercial, T6 - 100% solo, T7 - 75% solo + 25% de húmus, T8 - 50% solo + 50% de húmus, T9 - 25% solo + 75% de húmus e T10 - 100% de húmus.), com doze repetições. A cultivar utilizada foi a 'Coral'.

As sementes de rabanete foram semeadas no dia 02/03/2017, em bandejas de poliestireno expandido (128 células), preenchidas com os respectivos substratos (100% solo, 75% solo + 25% de substrato comercial, 50% solo + 50% de substrato comercial, 25% solo + 75% de substrato comercial, 100% substrato comercial, 100% solo, 75% solo + 25% de húmus, 50% solo + 50% de húmus, 25% solo + 75% de húmus e 100% de húmus) de substrato. Cada célula associada a uma planta, constituiu a unidade experimental, totalizando 120 plantas. Utilizou-se quatro sementes por célula, o desbaste foi realizado 10 dias após a semeadura, ficando uma planta por célula. As mudas foram irrigadas três vezes ao dia, 08:00, 12:00, 18:00 horas.

Os dados meteorológicos provenientes de uma estação meteorológica portátil (modelo Aw001), instalada no interior do ambiente protegido, os elementos climáticos monitorados foram: temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%). Sendo coletadas a cada três horas, durante o período experimental. A avaliação das variáveis fitotécnicas foram realizadas 14 dias após a semeadura (DAS), sendo utilizado um paquímetro digital Digimess® graduado em milímetros para a quantificação do diâmetro do colo, a massa fresca da parte aérea, quantificada através de balança analítica eletrônica (0,001 g), a altura da planta com uma régua 30 cm do colo da planta até a folhas mais jovem.

Os dados obtidos foram analisados por meio da análise de variância utilizando o teste F a 5% de probabilidade. Para as variáveis significativas, foi realizada a comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% probabilidade utilizando o sistema computacional R (2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

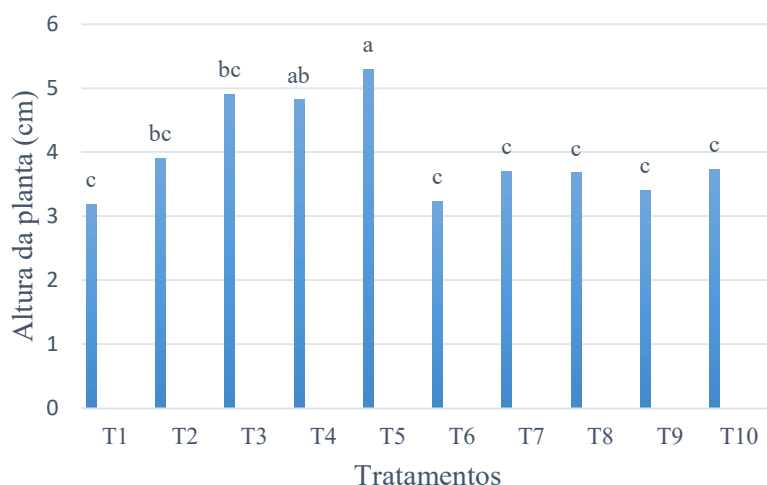
Dentre os substratos analisados o T5 (100% de substrato comercial), foi o que proporcionou maior altura da planta (5,3 cm), seguido pelo T4 (75% de substrato comercial + 25% de solo), T2 (25% de substrato comercial + 75% de solo) e o T3 (50% de substrato comercial + 50% de solo), estes últimos não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey. Em contrapartida, os demais tratamentos (T1, T6, T7, T8, T9, T10) testados no desempenho da altura da planta, foram os que menos contribuíram para o desenvolvimento vegetal, estes não diferiram estatisticamente pelo teste de diferenciação de média a 5% de probabilidade pelo teste Tukey, apresentando o mesmo desempenho (Figura 1).

Com relação as concentrações de substrato comercial (que varia do primeiro ao quinto tratamento), o T5 obteve maior média em relação à altura da planta, em contrapartida, as concentrações do substrato húmus de minhoca que varia do sexto

ao decimo tratamento, não diferiram estatisticamente pelo teste de médias, apresentando alturas equivalentes (Figura 1).

Ensinas et al. (2011), em experimento com rúcula observou que o substrato comercial proporcionou bom crescimento da parte aérea, as combinações com as maiores quantidades de substratos comercial foram superiores ao uso de húmus.

Figura 1 - Desenvolvimento da altura em relação ao tipo de tratamento testado em Bom Jesus - PI.



Fonte: Elaboração nossa (2021)

Tabela 1 - Resultado da análise de variância, ao nível de 5% pelo teste F, em relação ao crescimento da planta devido aos dois substratos analisados em diferentes concentrações.

ANÁLISE DE VARIANCIA (ANOVA)			
Fonte de variação	G.L	Soma de quadrado	Quadrado médio
Tratamento	9	49.583	5.509*
Resíduo	110	60.836	0.553

Coefficiente de variação (CV) = 19.07%

Fonte: Elaboração nossa (2021).

Médias seguidas de mesma letra minúsculas não diferem estatisticamente pelo teste de tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A temperatura média registrada foi de 29,7°C, enquanto que umidade relativa ficou em torno de 56%. Segundo Minami; Tessarioli Netto (1997), a temperatura mínima para a germinação é de 4,5°C, sendo a faixa ideal de 7,2 a 32,2°C, e a temperatura ótima de 29,4°C. Logo, observou-se que a temperatura média registrada (29,7°C), manteve-se dentro da faixa ideal para o melhor desenvolvimento do rabanete (CARDOSO; HIRAKI, 2001) (Tabela 2).

Tabela 2 - Médias dos elementos climáticos no mês de março 2017, em Bom Jesus - PI.

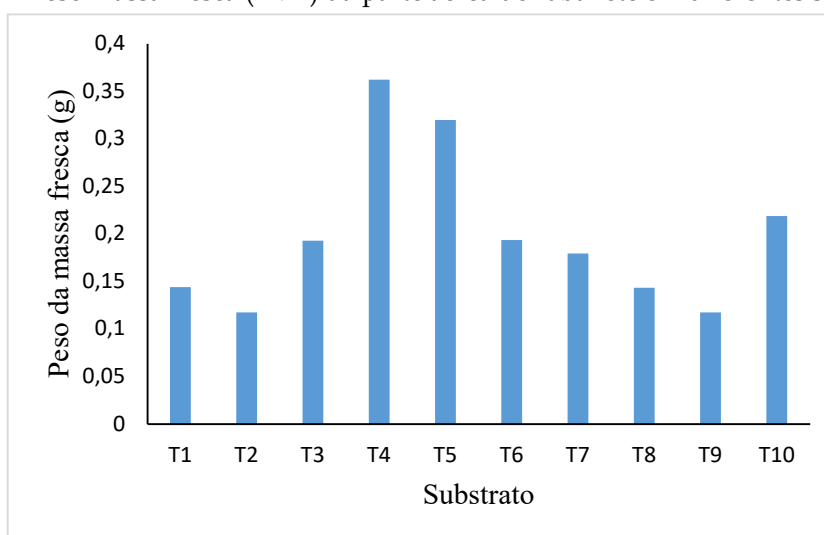
T (°C)	U.R (%)	P (hPa)	VV (m/s)	PT (mm)
29,7	56	975,95	0 - 0,3	7,5

T- Temperatura do ar; U. R- Umidade relativa do ar; P- Pressão atmosférica; VV- velocidades dos ventos; PT-Precipitação total.

Fonte: Elaboração nossa (2021).

Em elevadas temperaturas, a emergência das plântulas é bem mais rápida, quando o peso das folhas frescas se torna maior do que o peso das raízes, o quadro que se inverte em temperaturas baixas (MINAMI; TESSARIOLI NETTO, 1997). De maneira geral, a folha constitui a principal fonte de fotossintatos, como a sacarose, que sintetizada é armazenada na raiz (OLIVEIRA, 2014). Nunes et al. (1981), destacam que o acúmulo de massa na raiz continua com o declínio ou senescência das folhas, porém, o período de maior crescimento deste órgão coincide com o da parte aérea.

Enquanto que, o grau de umidade do ar influencia na perda de água das plantas por meio da transpiração e o teor de umidade do solo influencia a absorção de água e nutrientes pelas plantas. O alto teor de umidade do ar afeta o estado fitossanitário das hortaliças, pois favorece o ataque de fungos e bactérias patogênicos. A baixa umidade do ar, por outro lado, oferece condições adequadas para a proliferação de ácaros (BEVILACQUA, 2008).

Figura 2 - Peso massa fresca (PMF) da parte aérea do rabanete em diferentes substratos.

Fonte: Elaboração nossa (2021).

Dentre os substratos analisados o T4 (75% de substrato comercial + 25% de solo) foi o que favoreceu a ocorrência do maior peso de massa fresca (0,361 g), seguindo pelos T5 (100% de substrato comercial) e T10 (100% húmus de minhoca),

com 0,319 e 0,218 g, respectivamente. No entanto, o T2 (25% de substrato comercial + 75% de solo), foi o que apresentou menor desenvolvimento (Figura 2).

Trani et al. (2007), utilizando substrato comercial Plantmax notou a maior eficiência quanto a massa fresca da parte aérea na produção de mudas de alface, o autor ainda destaca que o Plantmax tem demonstrado ser eficiente para a produção de algumas espécies de hortaliças.

Houve diferença significativa (Tabela 3) entre os tratamentos avaliados ($p < 0,05$). Segundo Oliveira (2014), à medida que as plantas se desenvolviam ocorria um aumento nas massas, indicando o crescimento vegetativo das plantas, levando ao aumento de massa do restante dos órgãos da planta.

Tabela 3 - Análise de variância através do teste F, ao nível de significância de 1% do diâmetro do colo para diferentes doses de substratos.

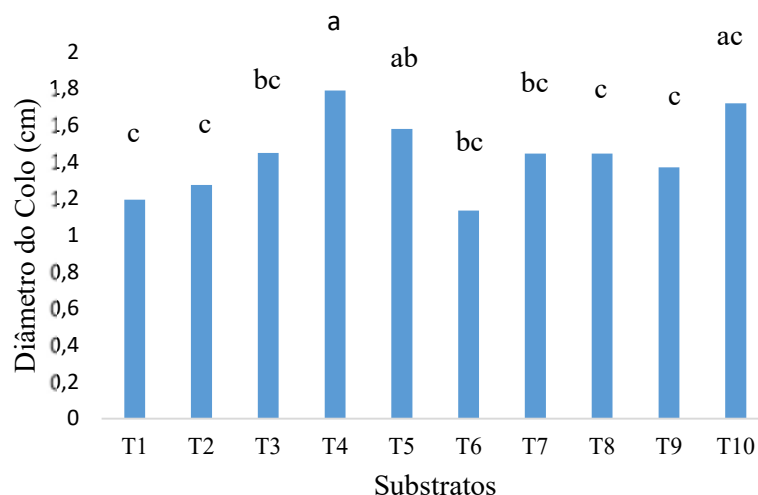
FONTES DE VARIAÇÃO	GL	QM
Tratamentos	9	0,082**
Resíduo	110	0,014
CV (%)		59,48

Fonte: Elaboração nossa (2021).

Dentre os substratos analisados o T4 (75% de substrato comercial + 25% de solo) foi o que favoreceu a ocorrência do maior diâmetro de colo (1,79 cm), seguindo pelos T10 (100% húmus de minhoca) e T5 (100% de substrato comercial), com 1,72 e 1,58 cm, respectivamente. Em contrapartida, o T2 (25% de substrato comercial + 75% de solo), foi o que apresentou menor desenvolvimento (Figura 3).

Houve diferença significativa (Tabela 4) entre os tratamentos avaliados ($p < 0,05$). Santos, et al. (2010), enfatizou que o maior diâmetro de colo pode ser demonstrativo de plantas mais desenvolvidas.

Figura 3 - Diâmetro do colo do rabanete em relacionadas aos elementos Climáticos em Bom Jesus-PI.



Fonte: Elaboração nossa (2021).

Tabela 4 - Resultado da análise de variância através do teste F, ao nível de significância de 1% do diâmetro do colo para diferentes doses de substratos.

Fontes de variação	GL	QM
Tratamentos	9	0,082**
Resíduo	110	0,014
CV (%)	59,48	

Fonte: Elaboração nossa (2021).

4 CONCLUSÃO

As diferentes concentrações de substrato comercial foram superiores as diferentes concentrações com base em húmus de minhoca. O tratamento 5 foi o que apresentou uma maior altura da planta. No entanto, o tratamento T4 foi o que proporcionou, simultaneamente com as condições climáticas da região, as melhores possibilidades para o desenvolvimento da massa fresca da parte aérea e do diâmetro de colo do rabanete.

REFERÊNCIAS

BEVILACQUA, H. Classificação das hortaliças. Prefeitura do Município de São Paulo. Disponível em: http://www.Prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/02manualhorta_1253891788.pdf Acesso em, v. 20, 2008.

CARDOSO, A.I.I.; HIRAKI, H. Avaliação de doses e épocas de aplicação de nitrato de cálcio em cobertura na cultura do rabanete. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n.3, p. 328-331, nov. 2001.

CLEMENTE, F. M. V. T. **Produção de hortaliças para agricultura familiar**. Editora técnica. Brasília: Embrapa, 2015. 108p.

COUTINHO NETO, et al. Produção de matéria seca e estado nutricional do rabanete em função da adubação nitrogenada e potássica. 2010. Disponível em: <<http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/349/513>>. Acesso em: 19 maio 2018.

EMBRAPA. Rabanete. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documentos/1355126/31107372/RABANETE_CCCC_2017.pdf/76ca15ad->. Acesso em: 19 maio 2018.

ENSINAS, S. C.; MAEKAWA JUNIOR, M. T.; ENSINAS, B. C. Desenvolvimento de mudas de rúcula em diferentes combinações de substrato. 2011. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/B35SdFAVvL-Dd3gI_2013-5-17-12-9-8.pdf>. Acesso em: 20 maio 2018.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa: UFV, 2008. 421 p.

INMET. Normal climatológica. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: Maio de 2016.

LANA, M. M.; TAVARES, S. A. 50 Hortaliças, como comprar, conservar e consumir. 1.ed. Brasília: **Embrapa Hortaliças**, 2010. 209 p.

MINAMI, K.; TESSARIOLI NETTO, J. **Rabanete**: cultura rápida, para temperaturas amenas e solos areno-argilosos. Piracicaba: Esalq, 1997.

NUNES, M. A.; DIAS, M. A.; GASPAR, A. M.; OLIVEIRA, M. D.; PINTO, E.; CARAPAU, A. L. Análise do crescimento da beterraba sacarina em cultura de primavera. **Agronomia Lusitana**, v. 40, p. 217-240, 1981.

OLIVEIRA, A. C. Injeção de ar atmosférico e fertirrigação nitrogenada em um sistema de irrigação subsuperficial, no cultivo do rabanete. 2014.

PUIAITTI, MARIO. **Olericultura**: a arte de cultivar hortaliças. Viçosa MG: UFV, CEAD, 2019. 183.

SANTOS, L. L.; SEABRA JÚNIOR, S.; NUNES, M. C. M. Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 8, n. 1, p. 83-93, 2010.

TRANI, Paulo Espíndola et al. Avaliação de substratos para produção de mudas de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 2, p. 256-260, 2007.

CAPÍTULO 8

IMPACTOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA APTIDÃO AO CULTIVO DE MANDIOCA NO ESTADO DE PERNAMBUCO, BRASIL

IMPACTS OF CLIMATIC CHANGES IN APTITUDE FOR CASSAVA CULTIVATION IN THE STATE OF PERNAMBUCO, BRAZIL

*Gabriel Siqueira Tavares Fernandes¹
Arão de Moura Neto²
Edivania de Araujo Lima³
Vynicius Barbosa de Oliveira⁴
Laila Lucia Sousa e Silva⁵
Byanca Barbosa de Oliveira⁶
Alfredo Ribeiro Neto⁷*

DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.8

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco. agrogabrielt@gmail.com
² Universidade Federal do Piauí. araomoura10@hotmail.com
³ Universidade Federal do Piauí. edivania@ufpi.edu.br
⁴ Universidade Federal do Pará. vyniciuspi@gmail.com
⁵ Universidade Federal do Piauí. barralah.2@gmail.com
⁶ Universidade Federal do Piauí. byancasenac@gmail.com
⁷ Universidade Federal de Pernambuco. ribeiront@gmail.com

RESUMO

A obtenção de informações da aptidão agroclimática é uma ferramenta relevante na determinação do potencial agrícola, visando auxiliar no planejamento e tomada de decisão agrícola. Objetivou-se determinar o zoneamento e aptidão agroclimática no cenário atual e em projeções futuras para o cultivo da mandioca no Estado de Pernambuco. Utilizou-se dados observados da climatologia 1981-2010, disponíveis no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e dados de projeções climáticas 2010-2040, 2040-2070 e 2070-2100, oriundos do modelo climático regional ETA, proveniente do *National Centers for Environmental Prediction* (NCEP). Como critério de definição de zonas aptas climaticamente ao cultivo da cultura, utilizou-se o índice efetivo de umidade (Im), este, proveniente do balanço hídrico, sintetiza as exigências da cultura quanto à disponibilidade hídrica. Os resultados indicam uma extensa área com aptidão plena ao cultivo de mandioca na região de Pernambuco na climatologia dos dados observados (93,2%), no entanto com as projeções climáticas nota-se uma aridização da região e diminuição das zonas de aptidão em torno de 86%. Nesse âmbito, medidas de mitigação devem ser tomadas para atenuar os impactos causados pelas mudanças climáticas visando a segurança alimentar.

Palavras-chave: Zoneamento climático; Aridização; Disponibilidade hídrica; *Manihot esculenta* Crantz.

ABSTRACT

Obtaining information on agroclimatic aptitude is a relevant tool in determining agricultural potential, aiming to assist in agricultural planning and decision making. This study aimed to determine zoning and agroclimatic aptitude in the current scenario and future projections for cassava cultivation in the State of Pernambuco, Brazil. Observed climatology data from 1981 to 2010, available at the Brazilian National Institute of Meteorology (INMET), and climate projection data from 2010 to 2040, 2040 to 2070, and 2070 to 2100 from the ETA regional climate model of the National Centers for Environmental Prediction (NCEP) were used. The effective moisture index (Im) was used as a criterion for defining climatically suitable zones for crop cultivation. This index, obtained from water balance, synthesizes crop requirements for water availability. The results indicate an extensive area with a full aptitude for cassava cultivation in the Pernambuco region in the observed climatology data (93.2%). However, climate projections showed an aridization of the region and a decrease of around 86% in the aptitude zones. In this context, mitigation measures should be taken to mitigate the impacts of climate change on food security.

Keywords: Climate zoning; Aridization; Water availability; *Manihot esculenta* Crantz.

1 INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro compreende cerca de 12% do território nacional e é composto por Municípios pertencentes a todos os Estados do Nordeste e o Norte de Minas Gerais. Atualmente, congrega uma população de 27 milhões de pessoas, sendo classificado como a região seca mais densamente populosa do mundo (Marengo et al., 2016).

Estudos indicam que essa região apresenta uma maior sensibilidade aos riscos iminentes das mudanças climáticas, com possível aridização e subsequente desertificação (Vieira et al., 2015). Em projeções futuras, espera-se o aumento de dias quentes e ocorrência de secas mais frequentes e intensas (Marengo et al., 2017).

O Estado de Pernambuco possui 135 municípios que estão em áreas suscetíveis à desertificação (ASD), nas quais cerca de 2,5 milhões de pessoas podem sofrer as consequências desse processo (Pernambuco, 2011). Nesse contexto, enfatiza-se a importância da segurança alimentar, tendo em vista que 5,2 milhões de pessoas encontram-se em estado de subnutrição no Brasil, situação consequente, majoritariamente, em favor da intensificação de mudanças climáticas (FAO, 2018). Assim, a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) surge, devido suas características de cultivo como rusticidade, baixa exigência nutricional e tolerância à seca, como possível agente amenizador de tais impactos, no que se refere à alimentação.

Esse cultivo constitui umas das maiores fontes de alimento do mundo, sendo recomendado para regiões áridas e que apresentam vulnerabilidade a mudanças climáticas (Jarvis et al., 2012). Têm-se que aproximadamente 750 milhões de pessoas no mundo, dependem dessa cultura como fonte primária de alimento (Gabriel et al., 2014).

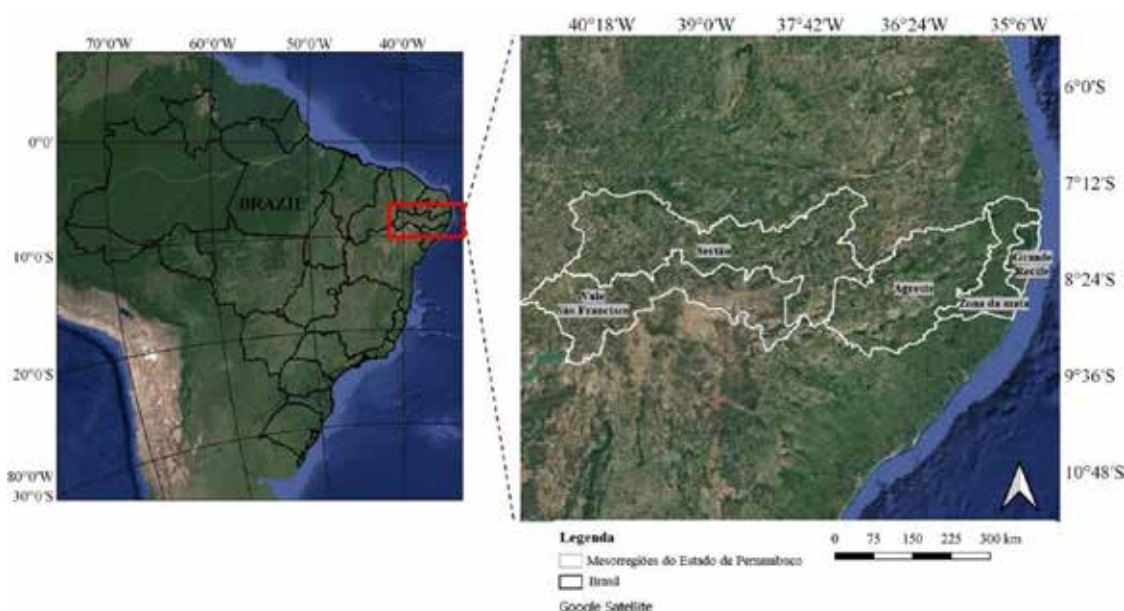
A partir de modelos de previsão climática e do auxílio do zoneamento agroclimático, é possível determinar zonas atuais e futuras de aptidão ao cultivo da cultura. De modo que se tem conhecimento do possível estabelecimento do cultivo nos diferentes cenários, bem como para elaboração de políticas públicas que envolvem a mitigação dos impactos (Albuquerque et al., 2017).

Nesse âmbito, objetivou-se determinar o zoneamento e aptidão climática no cenário atual e em projeções futuras ao cultivo da mandioca no Estado de Pernambuco.

2 METODOLOGIA

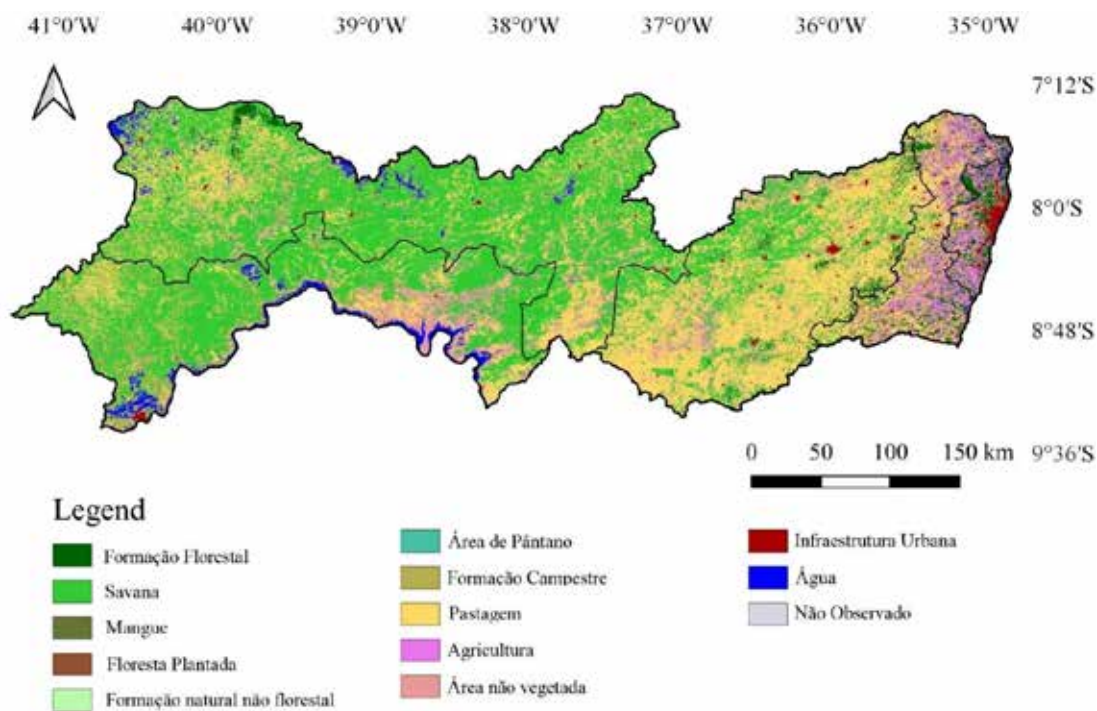
O estudo foi desenvolvido no estado de Pernambuco localizado na região Nordeste do Brasil, ocupa uma área territorial de aproximadamente 98.312 km², representando aproximadamente 6% do território nacional. Localizado entre os paralelos 07° 18' 17" e 09° 28' 43" de latitude Sul e entre os meridianos de 34° 48' 15" e 41° 21' 22" de longitude Oeste (Figura 1). O Estado é dividido em cinco regiões: Agreste, Metropolitana, Sertão, Sertão do São Francisco e Zona da Mata, a cobertura vegetal é composta predominantemente por vegetação natural, pastagem e agricultura (Figura 2).

Figura 1 - Mapa espacial de localização da área de estudo, Estado de Pernambuco, Brasil.



Fonte: Elaboração nossa (2021).

Figura 2 - Mapa de cobertura e uso do solo da área de estudo, baseado na coleção 5 do MapBiomas (MAPBIOMAS, 2021).



Fonte: Elaboração nossa (2021).

Neste trabalho utilizaram-se dados meteorológicos observados provenientes da normal climatológica atual (1981-2010) disponível no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), para as regiões do Agreste e Sertão pernambucano abrangendo nove bacias hidrográficas (Tabela 1).

Tabela 1 - Distribuição de estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) no Sertão e Agreste de Pernambuco.

Região	Bacia	Área (Km²)	Posto INMET
Hidrográfica			
Sertão Pernambucano	Pajeú	16685,63	Triunfo
	Moxotó	9744,01	Arcoverde
	Brígida	13495,73	Ouricuri
Vale do São Francisco	GI8	1298,22	Petrolina
	GI5	706,67	Cabrobó
Agreste	Capibaribe	7454,88	Surubim
	Ipanema	6209,67	Pesqueira
	Mundaú	4090,39	Garanhuns
	Ipojuca	3435,34	Caruaru

Fonte: Elaboração nossa (2021).

Na análise de dados, os Municípios foram separados por bacias hidrográficas, as quais foram divididas por região de acordo com sua localização geográfica. A região do Agreste está localizada entre o Litoral/Mata pernambucana e o Sertão do Estado, e a região do Sertão, engloba desde a bacia do rio Moxotó até o extremo Oeste do Estado.

Na análise de dados, os Municípios foram separados por bacias hidrográficas, as quais foram divididas por região de acordo com sua localização geográfica. A região do Agreste está localizada entre o Litoral/Mata pernambucana e o Sertão do Estado, e a região do Sertão, engloba desde a bacia do rio Moxotó até o extremo Oeste do Estado.

O Estado de Pernambuco, por ser localizado na faixa intertropical, é caracterizado com temperaturas elevadas durante todo ano. Temperaturas amenas são registradas apenas em regiões pouco extensas e elevadas. A porção meridional do Agreste possui clima As' da classificação de Köppen, ou seja, clima tropical chuvoso com chuvas de inverno e outono. Nessa região, em contrapartida, há uma ilha climática nas proximidades de Garanhuns, onde tem-se clima Csa, isto é, sub-tropical com chuvas de inverno e temperaturas tanto no inverno como no verão amenizadas pela altitude (Andrade, 2007). Na região norte ocidental do Agreste e no Sertão, caracteriza-se o clima BSh, semiárido estépico quente de baixa latitude e altitude, com chuvas de verão e outono em algumas áreas e de outono e inverno em outras bem menos extensas (Andrade, 2007).

Os dados pertinentes às projeções climáticas para as climatologias de 2010-2040, 2040-2070 e 2070-2100, são resultados do modelo climático regional ETA, proveniente do National Centers for Environmental Prediction (NCEP) (Black, 1994), rodado operacionalmente no CPTEC. O modelo apresenta resolução horizontal de 40 km, cobrindo praticamente toda a América do Sul, e 38 camadas na vertical com o topo do modelo em 25 hPa (Bustamante et al. 2006).

Na versão do modelo rodada no CPTEC (ETA/CPTEC) foram realizadas algumas modificações dentre as quais cita-se a atualização diária do modelo (através de interpolação linear) de dados de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) derivadas de médias mensais do modelo global HadCM3 (UK Met Office Hadley Centre). A grande modificação desta versão do modelo é o calendário de 360 dias/ano, o que foi necessário, a fim de utilizar condições de contorno laterais (esambles) do HadCM3, fazendo uso do método de Conjunto de Perturbações Físicas (Perturbed Physics Ensemble, PPE) (Chou et al. 2012).

Inicialmente as variáveis meteorológicas (Precipitação e Temperatura do ar) provenientes das simulações do ETA, foram trabalhadas no Grid Analysis and Display System (GrADS) (Doty, 1998), onde realizou-se a extração numérica destas variáveis, seguindo-se da utilização de rotinas do FORTRAN para o cálculo das médias. A extração das variáveis foi realizada dentro das coordenadas geográficas (latitude e longitude) onde está inserido o Estado de Pernambuco. Foram obtidos 133 pontos do modelo distribuídos espacialmente ao longo de todo o território pernambucano (Figura 3).

Figura 3 - Distribuição espacial dos pontos do modelo ETA localizados dentro do Estado de Pernambuco e suas imediações.



Fonte: Elaboração nossa (2021).

Após a extração dos dados do modelo ETA, realizaram-se correções nestes, devido a perceptível discrepância entre períodos de super e subestimação nos valores de precipitação e temperatura simuladas (em todas as bacias hidrográficas do Estado) em relação à climatologia nestas duas variáveis em Pernambuco. Assim, utilizou-se a metodologia proposta por Bárdossy & Pergram (2011), que consiste na correção da precipitação para cenários futuros a partir dos dados do período base e observados.

Na correção da temperatura do ar a metodologia utilizada foi a proposta por Hay et al. (2002), que utiliza a diferença entre as médias das temperaturas previstas pelo modelo e observada. O resultado encontrado foi adicionado à temperatura mensal prevista, gerando assim a temperatura corrigida.

A evapotranspiração potencial (ETP) foi calculada pelo método de Thornthwaite, em favor da disponibilidade de dados e por ser mais recomendado para estudos que envolvem balanço hídrico climatológico. Dessa forma, procedeu-se o balanço hídrico através da metodologia proposta por Thornthwaite & Mather (1955) com o auxílio da ferramenta Excel de Rolim et al. (1998), considerando as capacidades de água disponível do solo para cada bacia hidrográfica dispostas na Tabela 2.

Tabela 2 - Capacidades de Água Disponível (CAD) para a cultura da mandioca em bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco.

Bacia hidrográfica	CAD
Mundaú	156
Brígida	183
Capibaribe	190
GI5	183
GI8	183
Ipanema	193
Ipojuca	135
Moxotó	193
Pajeú	193

Fonte: Elaboração nossa (2021)

A Capacidade de Água Disponível (CAD) foi estimada a partir de dados provenientes da estimativa da Capacidade de Campo (CC) e Ponto de Murcha Permanente (PMP), conforme metodologia proposta por Assad et al., (2001). E os dados de textura do solo foram obtidos do projeto Radam Brasil (1973).

Como critério de definição de zonas aptas climaticamente ao cultivo da cultura, utilizou-se o índice efetivo de umidade (Im) (Equação 1). Este, proveniente do balanço hídrico, sintetiza as exigências da cultura quanto à disponibilidade de água. Método de classificação recomendado para a região conforme a metodologia adaptada de Barros et al. (2012) (Tabela 3).

$$Im = \frac{100 \cdot EXC - 60 \cdot DEF}{ETP} \quad (1)$$

Em que: EXC - Excedente hídrico; DEF - Deficiência hídrica; ETP - Evapotranspiração Potencial.

Tabela 3 - Critérios utilizados na avaliação de aptidão agroclimática da cultura da mandioca.

Aptidão agroclimática	Im*
Aptidão moderada por excesso hídrico – dificuldade de colheita (AM+)	$Im \geq 40$
Aptidão plena, podendo apresentar período chuvoso prolongado (AP+)	$-10 < Im \leq 40$
Aptidão plena (AP)	$-35 < Im \leq -10$
Aptidão moderada por deficiência hídrica (AM)	$-45 < Im \leq -35$
Inaptidão por deficiência hídrica acentuada (IN)	$Im \leq -45$

*Índice efetivo de umidade

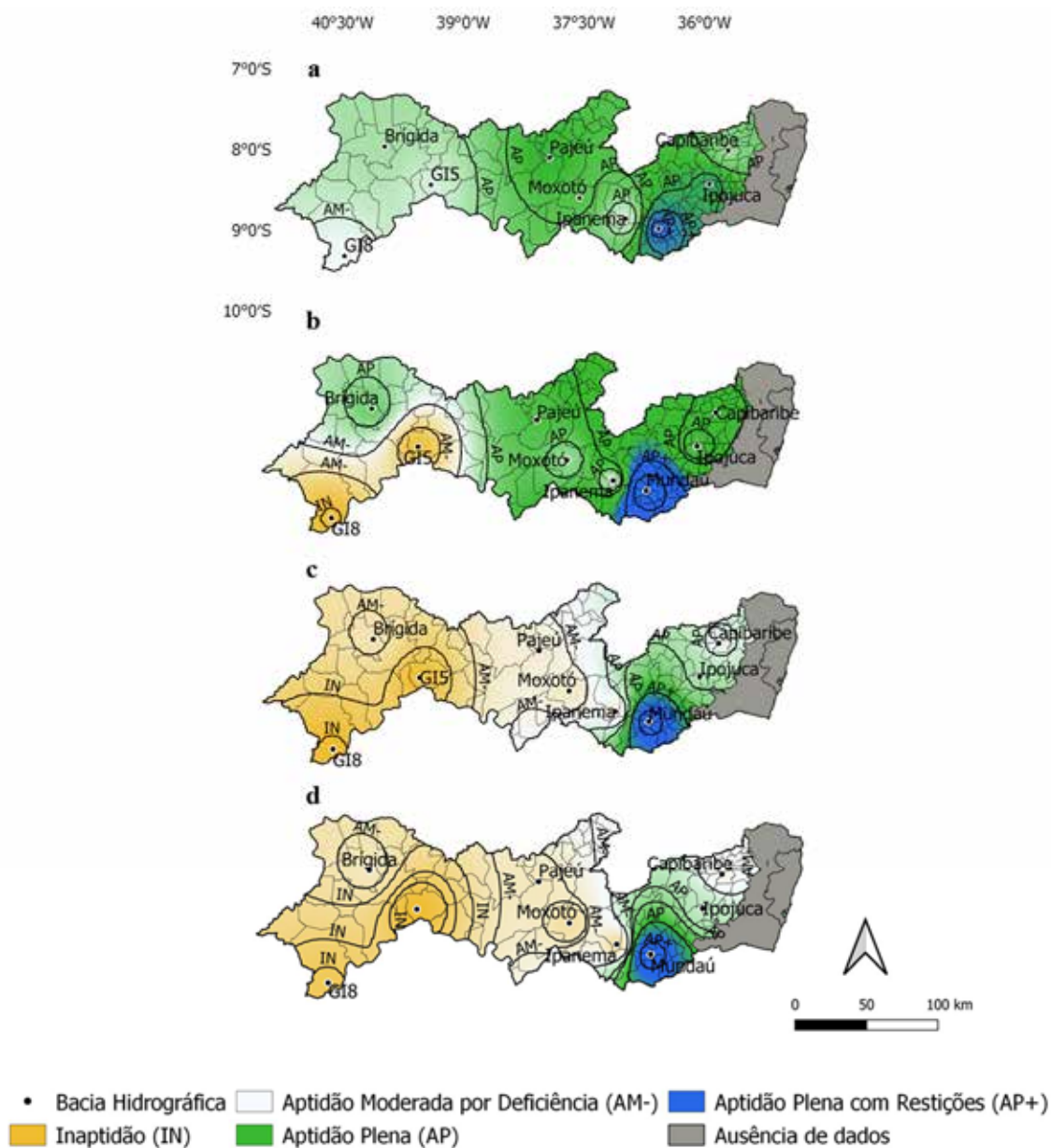
Fonte: Elaboração nossa (2021).

Os dados relativos ao Índice efetivo de umidade (Im) foram interpolados utilizando o método IDW (inverso da potência da distância) através do QGIS 3.6.2 (QGIS Development Team, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicam uma extensa área com aptidão plena ao cultivo de mandioca nas regiões de Pernambuco, com exceção das bacias GI8 e Mundaú, as quais apresentam aptidões moderada por deficiência hídrica (AM-) e plena podendo apresentar período chuvoso prolongado (AP+), respectivamente (Figura 4A). Vale ressaltar, que a cultura da mandioca para um pleno desenvolvimento, necessita de regime de precipitação anual variando de 600 a 3.000 mm. Desenvolvendo-se melhor em clima quente, com temperatura que varia de 25°C a 35°C, condições climáticas observadas em grande parte do Estado de Pernambuco.

Figura 4 - Zoneamento e aptidão agroclimática da cultura da mandioca no Estado de Pernambuco, nas climatologias de 1981-2010 (A), 2010-2040 (B), 2040-2070 (C) e 2070-2100 (D).



Fonte: Elaboração nossa (2021).

Nota-se uma redução acentuada na aptidão ao cultivo (Figura 4A), devido a redução do Índice de Umidade (Im), consequência do aumento da temperatura do ar, redução de chuvas e aumento da evapotranspiração, à medida que se avança no sentido ao Sertão do Estado. Com ênfase às bacias de Brígida, GI8 e GI5 as quais apresentam clima quente e seco, resultados semelhantes foram encontrados por Barros et al. (2012) ao estudarem a aptidão climática do Estado de Alagoas para oito culturas de interesse agrícola: algodão herbáceo, cana-de-açúcar, feijão phaseolus, feijão vigna, mamona, mandioca, milho e sorgo.

Com as projeções climáticas, é perceptível uma tendência a alteração no estabelecimento da cultura (Figura 4B). No cenário de 2010-2040, observa-se a introdução de uma zona de inaptidão (IN) em GI8 e de AM- em GI5, apesar da evidente aridização dessas regiões, há pouca alteração na classificação das demais.

Sucessivamente, nos demais períodos (2040-2070 e 2070-2100), há um intenso processo de aridização em Pernambuco (Figura 4C, D). No cenário de 2040-2070, as proximidades de GI8 e GI5 são incorporadas às zonas de IN, com as bacias Brígida, Pajeú, Moxotó e adjacências de Ipanema sendo classificadas como AM-, com consequente redução de áreas propícias ao cultivo.

Na última projeção climática avaliada (2070-2100), há inserção das proximidades das bacias de Brígida, Moxotó e Pajeú às áreas de IN, com áreas de AP e AP+ reduzidas a Ipojuca, Mundaú e Ipanema. Além disso, introdução da bacia de Capibaribe a classe de AM-. Esse processo de redução da disponibilidade hídrica é natural ao clima da região, compondo sua variabilidade climática historicamente (Marengo et al., 2016) e, assim como exposto nos modelos de previsão climática (Figura 4), tendem a se intensificar a médio e longo prazo. Além de impactos no cultivo de mandioca, espera-se riscos à segurança alimentar, hídrica e energética na região (Eakin et al., 2014).

As áreas de IN, classificadas com $Iu < -40$, tendem a aumentar em 36,2% (Tabela 4) em contrapartida espera-se redução de regiões aptas ao cultivo em torno de 86%, com o decorrer dos anos. É importante enfatizar que o cultivo da mandioca é realizado pelo pequeno e médio produtor rural da agricultura familiar, por ser uma cultura de subsistência, e que a redução de áreas aptas ao seu cultivo, compromete especialmente o sustento destas famílias.

Tabela 4 - Área em hectares de regiões com inaptidão (IN), aptidão moderada por deficiência hídrica (AM-), aptidão plena (AP) e aptidão plena com restrições (AP+) ao cultivo de mandioca no Agreste e Sertão do Estado de Pernambuco.

Cenário	IN	%	AM	%	AP	%	AP*	%
1981-10	0	0,0	355848,79	4,1	8127100,6	93,2	240134,39	2,8
2010-40	52648,04	0,6	1707353,9	19,6	6507779	74,6	455302,78	5,2
2040-70	1169871,6	13,4	4388189,7	50,3	2733079,6	31,3	431942,73	5,0
2071-100	3158314,5	36,2	4978921,6	57,1	572462,1	6,6	395817,67	4,5

Fonte: Elaboração nossa (2021).

Na bacia do rio Mundaú, pode-se observar uma maior estabilidade na sua aptidão com o decorrer dos cenários, apresentando classificação AP+ em decorrência das condições de relevo, as quais contribuem para o acúmulo de umidade (Barros et al., 2012). Nessa região, há necessidade de adoção de épocas de plantio de modo a evitar que a cultura seja exposta a períodos que apresentem um maior excesso hídrico, o que pode promover podridão nas raízes (Souza & Souza, 2000) e, consequentemente, perdas na produção.

Áreas com moderada aptidão por deficiência hídrica tendem a atingir 57,1% do território das regiões Agreste e Sertão. Logo, espera-se intensos impactos socioeconômicos, em virtude do estabelecimento comprometido do cultivo pela deficiência hídrica no solo. Esta, pode causar dormência, queda foliar total e encurtamento dos espaços internodais, reduzindo o rendimento das raízes (Souza & Souza, 2000). Segundo os mesmos autores, adequar a época de plantio ao período chuvoso de forma que não ocorra déficit hídrico nos primeiros cinco meses de cultivo, é uma solução para amenizar esses impactos.

Anteriormente, eventos de seca geraram grandes perdas agrícolas e pecuárias no Nordeste do Brasil, resultando em perda de vidas humanas pela fome e desnutrição e diversos impactos socioeconômicos (Marengo et al., 2016). Assim, medidas de mitigação de tais impactos devem ser tomadas.

Alguns autores apostam que em uma visão global desanimadora sobre a segurança alimentar, no contexto de mudanças climáticas, a mandioca desempenhará um papel de extrema relevância em regiões tropicais e subtropicais, tanto por suas características quanto por avanços na sua biofortificação e respostas positivas ao aumento de níveis de CO₂ na atmosfera (El-Sharkawy, 2012).

Além de melhorias em políticas de gestão de secas e tomadas de decisões que visem adaptar a população local para lidar com futuras secas (Marengo et al., 2016), no que se refere a produção de alimentos, há necessidade de melhorias nos genótipos de fontes de alimentos primárias, com o desenvolvimento de cultivares mais tolerantes à deficiência hídrica. Adicionalmente, utilização de técnicas de manejo agrícola como adoção de épocas de plantio, irrigação suplementar, melhoria da qualidade do solo, rotação de culturas, utilização de plantas de cobertura, entre outros, podem ser utilizadas para minimizar esses impactos.

4 CONCLUSÃO

O Estado de Pernambuco possui, atualmente, uma extensa área de aptidão plena ao cultivo de mandioca. No entanto, em decorrência de mudanças climáticas, através do processo de aridização, a região terá impactos negativos neste cultivo, reduzindo áreas propícias à cultura. Medidas de mitigação devem ser tomadas visando a segurança alimentar, tendo em vista a sua importância socioeconômica.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F. S.; FRANÇA, Ê. F.; LOPES, P. M. O.; MOURA, G. B. A.; SILVA, B. B.; BARROS, A. H. C. Aptidão climática de culturas agrícolas importantes para comunidades indígenas do semiárido brasileiro. **Irriga**, v.22, n.1, p.59, 2018. < <https://doi.org/10.15809/irriga.2017v22n1p59-73>>.

ANDRADE, M. C. O. Pernambuco e o trópico. **Revista do Instituto de Estudos Brasileiros**, n.45, p.11-20, 2007. < <https://doi.org/10.11606/issn.2316-901X.v0i45p11-20>>.

ASSAD, M. L. L.; SANS, L. M. A.; ASSAD, E. D.; ZULLO JR, J. Relação entre água retida e conteúdo de areia total em solos brasileiros. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, n.3, p.588-596, 2001. < <http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/pdf/revista/cap25.pdf>>. 30 Jan. 2019.

BÁRDOSSY, A.; PEGRAM, G. Downscaling Precipitation Using Regional Climate Models and Circulation Patterns toward Hydrology. **Water Resources Research**, v.47, p.1-18, 2011. < <https://doi.org/10.1029/2010WR009689>>.

BARROS, A. H. C.; VAREJÃO-SILVA, M. A.; TABOSA, J. N. Aptidão climática do Estado de Alagoas para culturas agrícolas. **Relatório Técnico**. Convênios SEAGRI-AL/Embrapa Solos n.10200.04/0126-6 e 10200.09/0134-5. Recife: Embrapa Solos, 2012. 86p. < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77196/1/Relatorio-Aptidao-climatica-12.02.2013-final.pdf>>. 02 Fev. 2019.

BLACK, T. L. The new NMC mesoscale Eta model: Description and forecast examples. **Weather and forecasting**, v. 9, n. 2, p. 265-278, 1994. < [https://doi.org/10.1175/1520-0434\(1994\)009<0265:TNNMEM>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0434(1994)009<0265:TNNMEM>2.0.CO;2)>

CHOU, S. C.; MARENGO, J. A.; LYRA, A.; SUEIRO, G.; PESQUERO, J.; ALVES, L. M.; KAY, G.; BETTS, R.; CHAGAS, D.; GOMES, J. L.; BUSTAMANTE, J.; TAVARES, P. Downscaling of South America present climate driven by 4-member HadCM3 runs. **Climate Dynamics**, v.38, n.3-4, p.635-653, 2012. < <https://doi.org/10.1007/s00382-011-1002-8>>.

DOTY, B. The grads analysis and display system. Versão para língua portuguesa: Pesqueiro, J. F. Operação Meteorológica/CPTEC/INPE. Cachoeira Paulista – SP. 145p.

EAKIN, H. C.; LEMOS, M. C.; NELSON, D. R. Differentiating capacities as a means to sustainable climate change adaptation. **Global Environmental Change**, v.27, p.1-8, 2014. <<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.013>>.

EL-SHARKAWY, M. A. Stress-tolerant cassava: the role of integrative ecophysiology-breeding research in crop improvement. **Open Journal of Soil Science**, v.2, n.02, p.162, 2012. <<http://dx.doi.org/10.4236/ojss.2012.22022>>.

FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO. The State of Food Security and Nutrition in the World 2018. Building climate resilience for food security and nutrition. **Rome**, FAO. 2018. <<http://www.fao.org/3/i9553en/i9553en.pdf>>. 15 Jan. 2019.

GABRIEL, L. F.; STRECK, N. A.; UHLMANN, L. O.; SILVA, M. R.; SILVA, S. D. Mudança climática e seus efeitos na cultura da mandioca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.1, 2014. <<https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000100012>>.

HAY, L.E.; CLARK, M.P.; WILBY, R.L.; GUTOWSKI, W.J.; LEAVESLEY, G.G.; PAN, Z.; ARMITT, R.W.; TAKLE, E.S. Use of regional climate model output for hydrologic simulations. **Journal of Hydrometeorology**, v.3, n.5, p.571-590, 2002. <[https://doi.org/10.1175/1525-7541\(2002\)003<0571:UORCMO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1525-7541(2002)003<0571:UORCMO>2.0.CO;2)>.

JARVIS, A.; RAMIREZ-VILLEGAS, J.; CAMPO, B. V. H.; NAVARRO-RACINES, C. Is cassava the answer to African climate change adaptation?. **Tropical Plant Biology**, v.5, n.1, p.9-29, 2012. <<https://doi.org/10.1007/s12042-012-9096-7>>.

MAPBIOMAS. MAPBIOMAS. <<http://mapbiomas.org>>. 02 Mar. 2021.

MARENGO, J. A.; CUNHA, A. P.; ALVES, L. M. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Climanálise**, v.3, p.49-54, 2016. <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/revista/pdf/30anos/marengoetal.pdf>>.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil – past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology**, v.129, n.3-4, p.1189-1200, 2017. <<https://doi.org/10.1007/s00704-016-1840-8>>.

PERNAMBUCO. Plano estadual de mudanças climáticas. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Recife, 2011. <http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/PLANO_MC_PERNAMBUCO_PDF.pdf> 15 Jan. 2019.

QGIS Development Team. Quantum GIS Software, Version 3.6.2. 2019. <<https://qgis.osgeo.org>>.

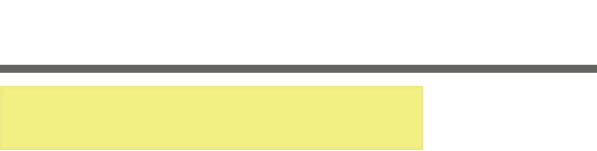
RADAM BRASIL. **Levantamento de recursos naturais**: Geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra (22 volumes). Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia, Departamento Nacional de Produção Mineral, 1973.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCELTM para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.1, p.133-137, 1998.

SOUZA, L. D; SOUZA, L. S. Clima e solo. In: MATTOS, P. L. P.; GOMES, J. C. O cultivo da mandioca. Cruz das Almas, BA: **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2000. p.11-13. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular Técnica, 37).

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. Centerton: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology. 104p. **Publications in Climatology**, v.8, n.1, 1955.

VIEIRA, R. D. S. P.; TOMASELLA, J.; ALVALÁ, R. C. S.; SESTINI, M. F.; AFFONSO, A. G.; RODRIGUEZ, D. A.; ...; DE OLIVEIRA, S. B. P. Identifying areas susceptible to desertification in the Brazilian northeast. **Solid Earth**, v.6, n.1, p.347, 2015. <<https://doi.org/10.5194/se-6-347-2015>>.



CAPÍTULO 9

AGROINDÚSTRIA DE CACHAÇA: REVISÃO SISTEMÁTICA DOS CONCEITOS DE PRODUÇÃO

CACHAÇA AGRIBUSINESS: SYSTEMATIC REVIEW OF PRODUCTION CONCEPTS

Jéssica Souza Coqueiro¹

Luzia Almeida Couto²

Roberta Alves Santos³

Érica Sandy Rocha de Almeida⁴

Eleidervan da Silva Castro⁵

DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.9

1 Graduada em Tecnologia em Agroindústria. Mestranda em Ciências de Alimentos. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB. <https://orcid.org/0000-0002-3378-1953>. E-mail: je.coqueiro98@gmail.com

2 Graduada em Tecnologia em Agroindústria. Mestranda em Genética e Biologia Molecular. Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC. <https://orcid.org/0000-0001-5496-6781>. E-mail: lacouto@uesc.br

3 Graduada em Tecnologia em Agroindústria. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano-campus Guanambi. <https://orcid.org/0000-0001-9904-2523>. E-mail: alvessantosroberta992@gmail.com

4 Graduanda em Tecnologia em Agroindústria. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano-campus Guanambi. <https://orcid.org/0000-0003-2078-4589>. E-mail: almeidasandy53@gmail.com

5 Graduando em Tecnologia em Agroindústria. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano-campus Guanambi. <https://orcid.org/0000-0001-7887-3600>. E-mail: leicastro2010@gmail.com

RESUMO

Nos últimos anos a cadeia produtiva da cachaça vem ganhando espaço no agronegócio brasileiro. Diante do exposto, este trabalho tem por objetivo realizar uma revisão sistemática sobre o processo de produção da cachaça, abordando de forma detalhada as etapas do processo produtivo. O presente estudo adota a metodologia utilizada por Bonsere et al. (2020). Nesta investigação científica, realiza-se uma pesquisa bibliográfica abrangente cujos procedimentos sistemáticos são pré-estabelecidos buscando avaliar os manuscritos, extrair os dados de interesse e sintetizar os resultados. A cachaça, comumente chamada de pinga, é a denominação exclusiva para a aguardente de cana, obtida através da destilação do mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar, com graduação alcoólica de 38% em volume e 48% em volume a 20°C, com particularidades sensoriais específicas e que pode conter na sua composição adição de até 6g/L de açúcar, expressos em sacarose, conforme preconiza a Instrução Normativa (IN) nº 13 de 2005. Este trabalho avaliou determinadas pesquisas atuais do tema estudado, buscando sintetizar informações sobre o processo de produção da cachaça, os impactos ambientais causados pelos resíduos gerados durante as etapas de processamento, bem como relatar alguns aspectos da legislação a cerca desta bebida.

Palavras-chave: Processo produtivo. Resíduos. Legislação.

ABSTRACT

In recent years, the cachaça production chain has been gaining space in Brazilian agribusiness. Given the above, this work aims to carry out a systematic review on the production process of cachaça, addressing in detail the stages of the production process. The present study adopts the methodology used by Bonsere et al. (2020). In this scientific investigation, a comprehensive bibliographic search is carried out, whose systematic procedures are pre-established, seeking to evaluate the manuscripts, extract the data of interest and synthesize the results. Cachaça, commonly called pinga, is the exclusive name for cane spirit, obtained through the distillation of fermented must from sugar cane juice, with an alcohol content of 38% by volume and 48% by volume at 20°C, with specific sensory particularities and which may contain in its composition the addition of up to 6g / L of sugar, expressed in sucrose, as recommended by Normative Instruction (IN) No. 13 of 2005. This work evaluated certain current researches of the studied theme, seeking to synthesize information about the cachaça production process, the environmental impacts caused by the residues generated during the processing steps, as well as to report some aspects of the legislation about this drink.

Keywords: Productive process. Waste. Legislation.

1 INTRODUÇÃO

Em meados do século XVI a cachaça, produto obtido a partir da fermentação e destilação do melaço da cana-de-açúcar, era considerada uma bebida de baixo custo, sendo desprezada pela sociedade, visto que era popularmente consumida por escravos e brancos pobres (PELLENZ, et al., 2017).

No entanto, nos últimos anos a cadeia produtiva da cachaça vem ganhando espaço no agronegócio brasileiro. Embora ainda esteja em crescimento, apresenta significativo espaço na crescente pauta de exportação de produtos de origem brasileira. Entre os principais fatores que auxiliam no aumento do consumo e procura desta bebida, pode-se destacar os empenhos para o reconhecimento da denominação de origem “cachaça” e a construção de normas e selos de qualidade nas várias esferas (nacional, estadual e regional). Observa-se, ainda, a implementação de estratégias voltadas para o mercado com o objetivo de atingir, além das grandes indústrias, também pequenos e médios produtores que, organizam-se por meio de aglomerações e cooperativas e associações (RAMOS e GONÇALVES, 2018).

Atualmente, a cachaça é a bebida alcoólica mais consumida no país. Recebendo assim, o posto de bebida símbolo nacional, e sendo classificada como a terceira bebida destilada mais consumida no mundo, ficando atrás da vodka e do soju (DE SÁ, 2017).

Desse modo, o mercado de cachaça torna-se cada vez mais promissor, visto que a agroindústria de cachaça apresenta significativos avanços de crescimento, apresentando maiores possibilidades de maior exploração do mercado regional, nacional e internacional, atendendo um público de idade variada e de maior poder aquisitivo, sendo voltado para a priorização de satisfação e qualidade sensorial ao consumir a bebida.

Diante do exposto, este trabalho tem por objetivo realizar uma revisão sistemática sobre o processo de produção da cachaça, abordando de forma detalhada as etapas do processo produtivo.

2 METODOLOGIA

O presente estudo adota a metodologia utilizada por Bonsere et al. (2020). Conforme citado em Pires et al. (2017), “as revisões sistemáticas promovem o avanço do conhecimento em determinado tema e, ao mesmo tempo, permitem a constru-

ção da base teórica das investigações”. Nesta investigação científica, realiza-se uma pesquisa bibliográfica abrangente cujos procedimentos sistemáticos são pré-estabelecidos buscando avaliar os manuscritos, extrair os dados de interesse e sintetizar os resultados.

Após estabelecer o tema de estudo, foram instituídos critérios de inclusão e de exclusão. A pesquisa seguiu, de forma adaptada, os critérios de inclusão de Lima et al. (2016), sendo estes: a) artigos, dissertações ou teses; b) estar disponível em texto completo de forma gratuita; c) estudos que abordavam a mesma temática, d) no período de 2016 a 2020 e) estudos disponíveis nos idiomas português, inglês ou espanhol. Por critérios de exclusão, tem-se os artigos publicados em idioma contrário ao estabelecido, anterior ao ano de 2016 e com referências duplicadas. Com relação a legislação abordada, objetivou-se a análise das mais atuais e que possuem vigência.

Tendo todos os critérios organizados, deu-se início a primeira etapa de seleção dos manuscritos, onde foram avaliados com base nos critérios de inclusão e exclusão. Posteriormente, na segunda etapa, as autoras realizaram a leitura completa dos manuscritos, na terceira etapa, houve a extração dos dados de interesse para esta pesquisa.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Considerações sobre o mercado

A cachaça se enquadra como a terceira bebida alcoólica de maior consumo no mundo, tendo seu consumo primordial no Brasil. Nos últimos anos, empresas públicas e privadas apresentam interesse em expandir a produção e comercialização deste produto. É possível observar nestes setores, que a partir de 1990 sobreveio intenso aumento das exportações de cachaça no Brasil, resultado de diversas ações de fomento em prol do setor (BORGES e TAKEMOTO, 2019).

As exportações brasileiras têm sido efetivadas, especialmente, por empresas padronizadoras. São Paulo caracteriza-se como o maior exportador nacional, e o estado de Pernambuco ocupa a terceira posição no volume nacional exportado, estando, além disso, como o maior exportador de cachaça da região Nordeste. As cachaças artesanais são as que apresentam melhores preços no mercado internacional, sobretudo, as produzidas no estado de Minas Gerais, contudo, representam apenas 10% das vendas de cachaça no mercado externo (CUNHA, 2018).

O mercado interno é disseminado com muitas marcas de origem regional e poucas marcas que alcançam distribuição nacional. As cachaças industriais sobre-

pujam o mercado, enquanto que a artesanal de melhor qualidade possui elevado valor agregado sendo designada a um público consumidor mais exigente e a artesanal de baixa qualidade é distribuída a granel para atravessadores a preços mais reduzidos (CÂMARA, 2018).

3.2 Especificações da matéria-prima

Para produção de aguardentes, a cana-de-açúcar é a principal matéria-prima utilizada, sua escolha interfere, diretamente, na qualidade final da bebida que é elaborada. É preferível utilizar variedades de cana que contenham altos teores de açúcares, baixas concentrações de fibras, alta produtividade e fácil despalhamento.

A cana-de-açúcar possui grande produção no território brasileiro, mais de 674 milhões de toneladas, foram produzidas no ano de 2018 (IBGE, 2018), porém, a maior parte é destinada a elaboração de etanol e outros compostos, no entanto a cachaça ocupa o lugar de segunda bebida mais consumida do Brasil, aumentando, conseqüentemente, a destinação e maior produção da cana, voltada para esse setor (DE PAIVA e DE BRITO, 2019).

Antes da elaboração da cachaça é preciso estar atento a forma como são realizados o plantio e colheita da cana-de-açúcar, fatores como tipo de solo, quantidades de água disponível, sazonalidade, entre outros, influenciam, diretamente, na qualidade da cana, bem como no teor total de açúcares disponíveis. No Brasil, grande parte da colheita da cana é realizada mediante o uso de queimadas, sendo muitas vezes prejudicial aos canaviais por produzirem elementos degradativos, como o furfural, que diminuem a qualidade da cachaça que será produzida. Além disso, a forma de armazenamento e o transporte da cana já colhida devem ser feitos de forma rigorosa, não podendo serem ultrapassados 24 horas após a colheita da cana, para que ela não perca seus nutrientes (OLIVEIRA FILHO, et al., 2016).

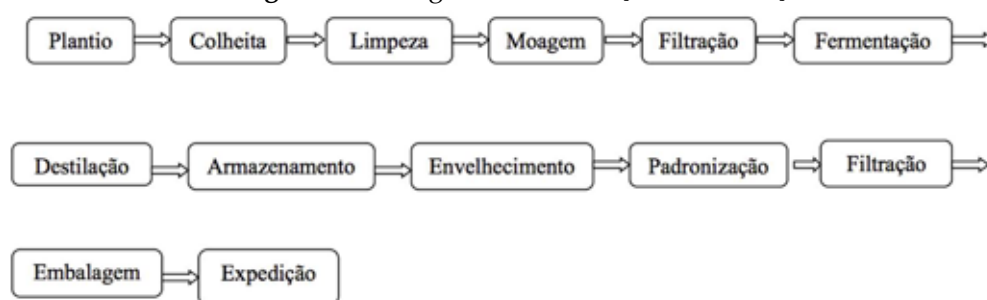
3.3 Descrição do processo de produção

A cachaça, comumente chamada de pinga, é a denominação exclusiva para a aguardente de cana, obtida através da destilação do mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar, com graduação alcoólica de 38% em volume e 48% em volume a 20°C, com particularidades sensoriais específicas e que pode conter na sua composição adição de até 6g/L de açúcar, expressos em sacarose, conforme preconiza a Instrução Normativa (IN) nº 13 de 2005 (BRASIL, 2005).

Para a produção dessa bebida dois métodos podem ser adotados: o primeiro trata-se da produção em larga escala, através de colunas de destilação que não

separam a bebida em três frações – cabeça, coração e cauda – sendo um processo contínuo, em maior quantidade, gerando por fim, a chamada cachaça de coluna. O segundo processo, aqui descrito (Figura 1), refere-se a cachaça de alambique, mais conhecido e disseminado, esse procedimento é utilizado em escalas de pequeno a médio porte, em que o destilador atuará com um retor químico, separando o destilado em três frações com diferentes graduações alcoólicas (PINOTTI, et al., 2018). Independente do processo utilizado, para elaboração de uma bebida de qualidade, é preciso seguir a realização das etapas de obtenção de forma rigorosa, atentando-se a todos os processos.

Figura 1 - Fluxograma de Produção da Cachaça.



Fonte: De Almeida Macedo, 2018.

3.3.1 Plantio da Cana-de-Açúcar

Para produção de uma ótima bebida, é necessário que a matéria-prima seja de extrema qualidade, portanto é preciso estar atento a questões relacionadas ao tipo de solo, bem como escolha correta da adubação que deverá ser implementada, visando sempre otimizar e melhorar a produção, além disso, o produtor deve estar atento às questões de sanidade da cana planta, evitando prejuízos que podem prejudicar a germinação do canavial (DA SILVA, 2020).

Com os avanços tecnológicos cada vez maiores, são implementados também novos recursos na cadeia produtiva da cana, a exemplo, da aplicação de irrigação a área plantada, diminuição do uso de queimadas como forma de colheita, capacitação e orientações para os lavradores, entre outros métodos que visam elevar a qualidade da matéria-prima produzida (QUEIROZ, 2018).

3.3.2 Pré-Limpeza da Cana

A higienização da matéria-prima tem como, objetivo principal, eliminar sujidades e substâncias que possam interferir nas etapas seguintes do processamento da cachaça, evitando ao máximo causar danos que possam diminuir o rendimento do material, são utilizados dois métodos básicos, por via úmida ou via seca (SOUZA, 2017).

A higienização da cana por via úmida, ocorre com o uso de jatos de água que utilizam elevadas pressões, visando eliminar sujidades que possam estar contidas nos caules, originando efluentes que contêm na sua composição partículas de terra e palha (GONÇALES FILHO, 2019).

Já a limpeza da matéria-prima pela via seca, acontece por meio do emprego de sopradores e peneiras que retiram as partículas de sujidades, além de folhas, arbustos e raízes que possam estar presentes, esse procedimento apresenta a grande vantagem de economia de água, sendo assim, cada vez mais aplicado como método alternativo para a higienização (MARCONDES e BUENO, 2019).

3.3.3 Extração do Caldo de Cana

Após o corte da cana, onde é feita a seleção apenas do meio do caule, já que as extremidades apresentam compostos que não são interessantes para elaboração da bebida, a cana é destinada a moinhos convencionais (moenda), por um período de no máximo 36 horas depois da sua colheita (GALLIO, 2019).

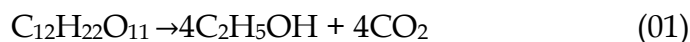
Conforme descrito por Araújo (2019), as canas são então colocadas nas moendas, formadas por rolos cilíndricos e bagaceiras, colocadas entre os rolos para direcionamento do bagaço produzido entre o primeiro e segundo esmagamento. O ideal é que essa extração ocorra da forma mais pura possível, evitando contaminação do líquido que está sendo produzido, classificada como uma das etapas mais importantes para produção da cachaça, a extração do caldo corresponde, diretamente, para o rendimento final obtido.

3.3.4 Peneiragem, Decantação e Filtração

Visando obter um caldo extremamente límpido e sem elementos em suspensão, é realizada a etapa da peneiragem e filtração que eliminará compostos grosseiros pertencentes ao caldo de cana, já a decantação é aplicada visando a separação daqueles fragmentos com densidade diferentes, a exemplo dos bagacilhos, logo em seguida será obtido o mosto, que seguirá para etapa de fermentação. A retirada de compostos como os bagacilhos é de grande importância para evitar a formação de compostos indesejáveis como o furfural que prejudicam o destilado formado ao final do processo (RAMOS e GONÇALVES, 2018).

3.3.5 Fermentação do Mosto

A fermentação alcoólica (Equação 01), é caracterizada pela transformação dos açúcares presentes no meio, em álcool etílico (C_2H_6O) e dióxido de carbono (CO_2), através da ação de enzimas catalisadoras.



Segundo Góes-Favoni e colaboradores (2018), a fermentação alcoólica é dividida em três fases distintas, sendo elas: Preliminar, tumultuosa e complementar.

A fase preliminar, também chamada de *fase lag*, é marcada pela adição da levedura ao mosto, sendo que o principal substrato utilizado é o *Saccharomyces*. Essa fase é caracterizada pela grande multiplicação celular, ocorrendo a adaptação das leveduras ao meio com baixa elevação da temperatura e pequena liberação de CO_2 (LIMA, 2017).

Na segunda fase, conhecida como tumultuosa, ocorre a maior liberação do CO_2 , marcado pela agitação do mosto, como em ebulição. Verifica-se a diminuição da densidade do mosto, elevação do teor alcoólico, bem como da acidez e formação de espuma. Nesta etapa ocorre uma grande elevação da temperatura, no entanto, a mesma precisa ser controlada, através de trocadores de calor, não podendo ultrapassar 35°C , ela é também a fase de maior duração (ABDALA, 2017).

Por fim, a última fase da fermentação, denominada complementar, é marcada pela redução dos níveis de açúcar presente no mosto, com isso ocorre a diminuição gradativa da liberação do CO_2 e conseqüentemente, decrescimento da agitação e temperatura do mosto (BRAZ, 2016).

Após o final da etapa de fermentação é obtido o vinho da cana, que contém na sua constituição diversos elementos nocivos à saúde, como alto teor de bactérias, aldeídos, entre outros, por conta disso deve ser efetuada sua destilação.

3.3.6 Destilação do Mosto Fermentado

A destilação é definida como uma técnica de separação entre componentes que apresentam diferentes volatilidades, podendo ser obtido, ao final do processo, a purificação ou formação de novos itens, advindos das frações (ARAUJO, 2019).

Ao final do processo de fermentação do mosto, é formado um líquido, comumente chamado de “vinho”, que possui diferentes compostos líquidos, sólidos e gasosos. O líquido fermentado é então destinado ao processo de destilação, onde será submetido a altas temperaturas, com o objetivo de separar o álcool e a água, por meio dos diferentes pontos de ebulição (100°C para a água e $78,4^\circ\text{C}$ para o álcool) ocorrendo a vaporização e condensação dos seus componentes, sendo estes, influenciados pela matéria-prima do alambique (FERNANDES, 2019).

A cachaça artesanal é, normalmente, produzida em alambiques de cobre, já que a utilização desse material para destilação do mosto fermentado da cana está relacionada a alguns benefícios como boa resistência a altas temperaturas, ótima e rápida condutividade térmica, influência positiva nos aspectos sensoriais da bebida, além de possuir resistência a corrosões (TRINDADE, 2017).

Por meio do processo descontínuo para a produção da cachaça, são originadas três frações diferentes do destilado, denominadas de cabeça, coração e cauda.

Conforme descrito por Fernandes (2019), a fração proveniente da cabeça é a primeira a ser produzida, sendo formada logo nos primeiros instantes da destilação, correspondendo a cerca de 1,0 a 2,0% de todo o vinho a ser destilado, contém em sua composição algumas substâncias como o metanol e acetaldeído, além de alto teor alcoólico, com valores superiores a 65% do volume total, por conta disso não é consumida, sendo descartada ou direcionada a produção de etanol para combustível.

Em seguida da retirada da cabeça é obtida a segunda e mais importante fração, oriunda do coração do destilador, ela refere-se a parte mais nobre da cachaça, devido a complexidade sensorial que possui e graduação alcoólica, que não ultrapassa 60% do seu volume. Esta fração é também a que é obtida em maior quantidade, correspondendo a aproximadamente, 80% do volume a ser destilado (SILVA, 2019).

Por fim, a última fração obtida, chamada de cauda é caracterizada pelo baixo teor alcoólico e presença de compostos indesejáveis, sendo também descartada, sua retirada corresponde a apenas 1% do volume destilado (ASSUNÇÃO, et al., 2018).

3.3.7 Envelhecimento

O envelhecimento das cachaças é feito com intuito de aprimorar o líquido produzido, agregando componentes sensoriais relacionados ao odor e sabor da cachaça, para isso a bebida produzida pode ser acondicionada em tonéis de aço inoxidável ou em barris que podem ser formados pelas mais diversas madeiras, como carvalho, umburana e jequitibá por exemplo (OLIVEIRA, 2016).

3.3.8 Envase e Armazenamento

Os recipientes onde a cachaça é envasada, bem como seu rótulo devem seguir as especificações determinadas pela legislação vigente. A grande maioria das indústrias optam por utilizar recipientes de vidro para contenção e envase da cachaça, visto que esse material é amplamente utilizado na indústria alimentícia e apresenta

algumas vantagens como ser inerte, atóxico, impermeável, além de permitir a visualização do produto (SOUZA, 2017).

Em relação a rotulagem, segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), na resolução RDC nº 259 de 20 de setembro de 2002, alguns parâmetros devem ser obrigatoriamente seguidos como a denominação do produto, os ingredientes que o compõem, prazo de validade, entre outros.

O armazenamento da cachaça, já envasada, deve ser feito em locais arejados com proteção da incidência da luz solar, mesmo após sua distribuição ao mercado, que é realizada sob a forma de atacado e varejo em todas as regiões do país, como detalha Jesus (2019).

3.4 Tratamento de resíduos

É de suma importância garantir a adequada destinação dos resíduos gerados no decorrer do processo de produção. Mesmo tendo somente a cana-de-açúcar como principal matéria-prima, a produção de cachaça, possui grande geração de resíduos, cujos quais apresentam alto teor poluente, sendo assim, ocorre a preocupação com a destinação correta destes resíduos ou até mesmo medidas que visam realizar o reaproveitamento, com intuito de diminuir os impactos ambientais causados por essa atividade econômica (COSTA FILHO, et al., 2017).

Todavia, um fator benéfico é que determinados resíduos permitem ser reutilizados em algumas etapas do procedimento produção da bebida. A Tabela 1 expõe os detritos gerados em cada fase do processo produtivo.

Tabela 1 - Insumos utilizados e os resíduos gerados em cada etapa do processo produtivo.

MATERIAL UTILIZADO	ETAPA DE PRODUÇÃO	RESÍDUO
Cana-de-açúcar	Aquisição da matéria-prima	Pontas, palmito e folhas da cana-de-açúcar
Cana-de-açúcar	Lavagem	Água
Cana-de-açúcar	Moagem	Bagaço
Garapa de cana, Fermento	Fermentação	Sobra de fermento e Água
Caldo de cana fermentado, Água	Destilação	Vinhoto, Cabeça e Calda, Água da produção
Garrafas e Embalagens	Engarrafamento e Rotulagem	Vidros quebrados, Tampas e Rótulos usados e Caixas de embalagens

Fonte: Autores, 2020.

Para o início da produção da cachaça, é necessário a colheita da cana-de-açúcar. Neste período é onde ocorre o desenvolvimento dos primeiros resíduos, sendo estes as pontas, o palmito e as folhas. Após realizar o corte da cana, tem-se a ponta, que em alguns casos chega a representar cerca de 8% do peso da matéria-prima. A ponta permanece no canavial e depois de secar serve de substrato para o solo. Na indústria inicia-se a limpeza da cana, nesta etapa, extrai-se o palmito e as folhas. Estes detritos são picados e moídos, na sequência são armazenados e enviados a produtores de ração animal (DA FONSECA e MARTINS, 2018).

Ainda na etapa de limpeza, outro resíduo gerado é a água. Tendo em vista que a água utilizada para esta finalidade não é adicionada de produtos químicos, pode-se reutilizar a água em consecutivas lavagens, dessa forma reduz o custo e o consumo. Conforme Leite (2017), a água residual da limpeza é destinada a um tanque de decantação e, posteriormente, passa por um processo de filtração, e volta a circular nas lavagens. “A torta ou sujeira retirada é utilizada como adubo”.

O bagaço é obtido durante a moagem. Calcula-se que para cada tonelada de cana, gera-se por volta de 280kg de bagaço. Indústrias com produção de 1.000 litros da bebida podem produzir até 2.240kg deste resíduo por dia. Tendo em vista o alto potencial como combustível, a maior parte dos bagaços são usados pela própria indústria. Geralmente, sua destinação é para queima na caldeira, onde auxilia na produção de vapor e na diminuição de custos. Com a queima do bagaço, originam-se as cinzas, que equivalem a cerca de 2,5% do peso inicial. Estas cinzas podem ser destinadas às lavouras, como fertilizante químico. O bagaço, que não é utilizado como combustível, é usado em processos de compostagem. Após serem misturados com outros detritos orgânicos, é colocado nos solos dos canaviais e ainda de diversos cultivos (COSTA, 2020).

Comumente chamado de pé de cuba, a sobra de fermento proveniente da etapa de fermentação pode ser reutilizada até que haja a saturação dos microrganismos. Após isto, as sobras de fermento, juntamente com a água de lavagem das dornas de fermentação, devem ser analisadas por um técnico habilitado, só então podem ser vendidas para indústrias produtoras de ração, ou destinadas para adubação, uma vez que apresenta alto teor proteico e outros nutrientes (LIZ, et al., 2016).

Na etapa de destilação, temos os fragmentos denominados “cabeça” e “cauda”, por possuírem componentes que expõem potencial contaminante, estes resíduos não podem ser descartados no meio ambiente.

A fração da “cabeça” é rica em metanol, aldeídos (acetaldeído) e ésteres (acetato de metila e etila), apresentando também altas concentrações de álcool – cerca de 60% v/v, e representa aproximadamente 5% do volume total de destilado. A fração da “cauda” apresenta ponto de ebulição inferior ao etanol, assim como compostos fenólicos e ácidos orgânicos. Esta fração corresponde a 15% do volume total de destilado, e teor alcoólico de cerca de 14% v/v. Estes resíduos podem ser utilizados para a própria higienização da indústria, bem como misturados, juntamente com outros resíduos, para obtenção de adubo, sendo aplicadas nos canaviais. Além disso, estes efluentes serão destinados para a produção de álcool combustível, sendo revendidos para as indústrias correspondentes. Devem ser armazenadas em local seguro, seco e ventilado, a fim de evitar possíveis acidentes (LEITE, 2017).

Outro detrito proveniente da destilação é o vinhoto. Este o resíduo perigoso originado na cadeia produtiva da cachaça. Calcula-se que para produzir um litro de cachaça tenha-se a formação de seis a oito litros de vinhoto. Por apresentar pH ácido e alta carga orgânica, não deve ser descartado em recursos hídricos e nos solos (LEITÃO, et al., 2017).

O tratamento deste resíduo exige etapas de acondicionamento em lagoas impermeáveis a fim de diminuir a temperatura, teor de sólidos solúveis e correção do pH seguido de digestão do efluente em reatores, produzindo biogás e também resíduos sólidos e líquidos, que podem ser aproveitados como adubo e fertilizantes nos canaviais (SOUZA, 2017).

A água utilizada na caldeira não sofre nenhuma alteração durante a destilação, desse modo o ideal é que esta água seja recirculada no equipamento com o objetivo de economizar energia e recursos. Entretanto, ao descartar esta água, é necessário que a mesma esteja em temperatura ambiente (FERREIRA, 2018).

Na fase final do processamento, que consistem em engarrafamento e rotulagem, por vezes podem ocorrer falhas e quebras das garrafas que, comumente, são de vidro. Além disso, rótulos e tampas danificados, e caixas, cujas quais são enviadas pelos fornecedores de garrafas e rótulos. Estes materiais devem ser destinados à reciclagem (CARVALHO, 2018).

Além destes fatores, ainda temos questões como a qualidade do ar, visto que, durante a produção, podem ocorrer emissões de poeira, partículas e gases oriundas do funcionamento das máquinas e trânsito dos veículos em torno da fábrica. Como medida mitigadora, recomenda-se restringir o limite de velocidade dos veículos e constante limpeza e manutenção do maquinário. Outro ponto é relacionado ao

nível sonoro, causando impactos de ruídos causados pelas máquinas e demais equipamentos. Sendo assim, faz-se necessária a aferição periódica dos ruídos, a fim de verificar se as emissões encontram-se dentro do permitido pela legislação. Ainda, é indispensável a instalação de silenciadores nos equipamentos (FERREIRA, 2018).

3.5 Legislação

Segundo a legislação brasileira, no Decreto nº 6.871, de 4 de Junho de 2009, que regulamenta “sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de bebidas”, em seu Art. 51 deixa explícito que:

Cachaça é a denominação típica e exclusiva da aguardente de cana produzida no Brasil, com graduação alcoólica de trinta e oito a quarenta e oito por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida pela destilação do mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar com características sensoriais peculiares, podendo ser adicionada de açúcares até seis gramas por litro (BRASIL, 2009).

É de suma importância determinar os padrões de produção de um produto, visto que isto garante ao consumidor maior credibilidade e estabelece as aparências fundamentais da identificação do produto. Dessa forma, na produção da cachaça, necessita-se assegurar a designação típica, buscando garantir todas as especificações da bebida.

Conforme as definições da Instrução Normativa - IN nº13, de 2005, quando a cachaça é armazenada em barris de madeira que não transmitem cor, em recipientes de aço inoxidável ou outro material permitido, sua coloração é incolor. Neste estado, popularmente, a cachaça é denominada de pura, branca ou transparente, vale ressaltar que estes termos não são descritos na legislação. Entretanto, quando a cachaça apresenta coloração semelhante a amarelo ou tons próximos ao marrom, tonalidade proveniente do armazenamento em barris de madeira, pode-se associar a bebida à expressão “OURO”.

Visto que a IN nº13 tem por objetivo definir os padrões de qualidade da cachaça, determina também, os índices permitidos para compostos químicos (Coeficiente de Congêneres) e contaminantes (orgânicos e inorgânicos). Estes padrões são estabelecidos como forma de proteger a saúde do consumidor e estabelecer um parâmetro de qualidade da bebida. Os limites são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Limites de composição química da cachaça.

	Componente	Limite máximo permitido
CONTAMINANTES INORGÂNICOS	Cobre (Cu)	5mg/l
	Chumbo (Pb)	200µg/l
	Arsênio (As)	100µg/l
	Álcool metílico	20 mg/100 ml de álcool anidro
	Carbamato de etila ⁶	150µg/l
CONTAMINANTES ORGÂNICOS	Acroleína (2-propenal)	5mg/100ml de álcool anidro
	Álcool sec-butílico (2-butanol)	10mg/100ml de álcool anidro
	Álcool n-butílico (1-butanol)	3mg/100ml de álcool anidro
	Acidez volátil (expressa em ácido acético)	150 mg/100 ml de álcool anidro
	Ésteres totais (expressos em acetato de etila)	200 mg/100 ml de álcool anidro
	Aldeídos totais (expressos em acetaldeído)	30 mg/100 ml de álcool anidro
COEFICIENTE DE CONGÊNERES	Soma de Furfural e Hidroximetilfurfural	5 mg/100 ml de álcool anidro
	Soma dos alcoóis isobutílico (2-metil propanol), isoamílicos (2-metil -1-butanol +3 metil-1-butanol) e n-propílico (1-propanol)	360 mg/100 ml de álcool anidro

Fonte: Adaptado. IN N°13, 2005.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho avaliou determinadas pesquisas atuais do tema estudado, buscando sintetizar informações sobre o processo de produção da cachaça, os impactos ambientais causados pelos resíduos gerados durante as etapas de processamento, bem como relatar alguns aspectos da legislação acerca desta bebida. Para obter-se um produto final de qualidade, necessita-se que todas as etapas de produção sejam bem executadas, visto que esta qualidade é afetada por fatores que variam desde a escolha da matéria-prima até o envelhecimento da cachaça. A fase fermentativa, sobretudo, precisa de cuidados de controle especiais, já que é neste período que acontece o desenvolvimento de compostos secundários que comprometem diretamente a característica do produto final.

Outro ponto importante da produção é a geração de resíduos em cada etapa. Nesta situação, a fabricação de cachaça está diretamente relacionada com o meio ambiente. O princípio produtivo da cachaça demanda por cuidados sobre a destinação dos seus resíduos, porquanto, mesmo que a matéria-prima empregada seja apenas a cana-de-açúcar, os detritos originados podem afetar o ambiente, quando

não ocorre a destinação correta dos mesmos. Contudo, um dos benefícios que pode-se ressaltar na produção desta bebida é que ampla parte dos resíduos podem ser reutilizados no próprio processo produtivo e, quando excedido a quantidade de resíduos, estes podem ser vendidos para empresas de outros ramos.

REFERÊNCIAS

ABDALA, T. O. **Análise comparativa dos processos de produção de etanol anidro**. 2017. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

Anvisa. Resolução RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados. Ministério da Saúde - MS. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 13 de julho de 2020.

ARAUJO, S. L. M. d. **Estudo da produção de aguardente composta por polpa de caju e caldo de cana**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.

ASSUNÇÃO, M. L. M.; DE MOURA, F.; SIEBALD, H. G. L.; MENDES, E. M. A. M. Desenvolvimento de sistema de supervisão e controle de uma planta de produção de cachaça tradicional: inovação e multidisciplinaridade na abordagem de identificação e controle de processos. In: **Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, XLV. Joinville**. 2018.

BONSERE, W. C. P.; DE LUCENA MIORANZA, S.; DE FARIÑA, L. O.; DOS SANTOS, K. C.; AYALA, T. S. Surtos de criptosporidiose em humanos: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.8, n. 2, 2020.

BORGES, A. F.; TAKEMOTO, S. N. C. Inovação no setor de cachaça artesanal: estudo de caso. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, v. 13, n. 1, p. 79-99, 2019.

BRASIL, Instrução Normativa nº13 do Ministério da Agricultura de 29 de junho de 2005. Aprovar o Regulamento Técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para aguardente de cana e para cachaça. **Diário Oficial da União**, Brasília. Acessado em 09/07/2020.

BRASIL. DECRETO Nº 6.871, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a Lei no 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 4 jun. 2009.

BRAZ, A. C. S. **Estudo da fermentação do bagaço de cana para obtenção de etanol de segunda geração**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Produção Sucroalcooleira) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

CÂMARA, M. **Cachaça: prazer brasileiro**. Mauad Editora Ltda, 2018.

CARVALHO, A. O. P. **Estudo de viabilidade de um projeto de instalação de uma fábrica de cachaça artesanal na microrregião da Serra de São Miguel no RN.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

COSTA FILHO, D. V.; SILVA, A.; SILVA, P.; SOUSA, F. Aproveitamento de resíduos agroindustriais na elaboração de subprodutos. In: **II Congresso Internacional das Ciências Agrárias-COINTER-PDVAgro.** 2017.

COSTA, T. R. S. **Possibilidade de carbonização do bagaço da cana-de-açúcar para uso como substrato de plantas.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2020.

CUNHA, A. S. Análise do mercado de cachaça artesanal no Rio Grande do Sul. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Lume Repositório Digital.** 2018.

DA FONSECA, M. A. P.; MARTINS, F. M. Produção mais limpa no setor de cachaça: estudo em engenho no estado da Paraíba. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, v. 12, n. 1, p. 117-130, 2018.

DA FONSECA, M. A. P.; MARTINS, M. d. F. Produção mais limpa no setor de cachaça: estudo em engenho no estado da Paraíba. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, v. 12, n. 1, p. 117-130, 2018.

DA SILVA, J. M. **Cachaça: História, gastronomia e turismo.** Editora Senac São Paulo, 2020.

DE ALMEIDA MACEDO, R. Aplicação do DOE na melhoria da qualidade do processo de fabricação de cachaça. **Revista Especialize On-line IPOG** - Goiânia - Ano 9, Edição nº 16 Vol. 01 Dezembro/2018.

DE PAIVA, A. L.; DE BRITO, M. J. A Configuração das Lógicas Institucionais do Campo da Cachaça de Alambique em Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 4, p. 701-718, 2019.

DE SÁ, O. R. Avaliação da qualidade da cachaça artesanal produzidas no município de Passos (MG). **Ciência et Praxis**, v. 4, n. 07, p. 47-50, 2017.

FERNANDES, A. P. **Efeito da queima da cana-de-açúcar no andamento da fermentação e qualidade da cachaça artesanal.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Tecnologia em Produção Sucroalcooleira) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.

FERREIRA, D. M. **Análise da gestão de resíduos sólidos e líquidos do processo de fabricação do engenho produtor de cachaça no brejo paraibano.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) - Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2018.

GALLIO, L. T. **Avaliação de coagulantes alternativos no processo de clarificação do caldo de cana-de-açúcar processado.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso

(Graduação em Engenharia Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2019.

GÓES-FAVONI, S. P.; MONTEIRO, A. C. C.; DORTA, C.; CRIPPA, M. G.; SHIGEMATSU, E. Fermentação alcoólica na produção de etanol e os fatores determinantes do rendimento. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 4, p. 285-296, 2018.

GONÇALES FILHO, M.; DELBONI, C.; DA SILVA, R. G. Investigação dos desperdícios no procedimento de limpeza da principal matéria prima da usina de açúcar e etanol/ Investigation of waste in the cleaning procedure of the main raw material of the sugar and ethanol plant. **Brazilian Journal of Business**, v. 1, n. 4, p. 1576-1591, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cana-de-Açúcar Produção**. 2018. Disponível em: <https://ibge.gov.br/busca.html?serchword=-cana-de-açúcar+2018> . Acesso em: 10 de julho de 2020.

JESUS, J. **Produção de cachaça e sua estrutura produtiva: um estudo de caso na empresa vale do cedro localizada no município de palestina de Goiás-GO**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Tecnologia em Agronegócio) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, IPORÁ, 2019.

LEITÃO, T. M.; MELGAÇO, Y. S.; PIMENTA, A. P. L.; BRANDT, E. M.; MENEZES, M. R. Dimensionamento de um Reator UASB para Tratar o Vinhoto Gerado na Produção de Cachaça e Avaliação do Potencial Energético Advindo do Biogás e do Aproveitamento do Bagaço da Cana-de-Açúcar. **Revista Processos Químicos**, v. 11, n. 22, p. 87-90, 2017.

LEITE, I. R. G. **Produção mais limpa: um estudo de caso em um engenho de cachaça na Paraíba**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) - Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2017.

LIMA, A. M. P.; RAMOS, J. L. S.; BEZERRA, I. M. P.; ROCHA, R. P. B.; BATISTA, H. M. T.; PINHEIRO, W. R. Depressão em idosos: uma revisão sistemática da literatura. **Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção**, 6(2), 97-103. 2016.

LIMA, G. F. N. d. Fermentação alcoólica do hidrolisado de manipueira. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Tecnologia em Produção Sucroalcooleira) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

LIZ, C. N.; RODRIGUES, R. A.; SILVA, S. W.; DOS SANTOS, A. C.; MELO, T. F. Produção de cachaça artesanal e seu contexto: um estudo de caso com alambiques do sul de Minas Gerais. **Revista UIIPS**, p. 20-20, 2016.

MARCONDES, L. A.; BUENO, S. M. PROCESSO DE LAVAGEM A SECO DE CANA-DE-AÇÚCAR. **Revista Científica**, v. 1, n. 1, 2019.

OLIVEIRA FILHO, H. J.; BORTOLETTO, M. A.; ALCARDE, R. A. Qualidade pós-colheita de colmos de cana armazenados e seus reflexos na produção de cachaça/ Post-harvest quality of stored sugarcane stalks and their reflection on the production of cane spirit. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 19, p. 1, 2016.

OLIVEIRA, M. C. **Avaliação Da Qualidade Físico-Química e Sensorial da Cachaça Orgânica Envelhecida**. 2016. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista - UNESP, Jaboticabal, 2016.

PELLENZ, J. M.; LIMA, M. O.; WOBERTO, C.; ANDRADE, R. L. T. Cachaça quality assessment produced in north Mato Grosso. **Scientific Electronic Archives**, v. 10, n. 1, p. 20- 29, 2017.

PINOTTI, R. N.; VERDI, A. R.; JERONIMO, E. M. Processo de formalização da cachaça de alambique no Estado de São Paulo. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 11, n. 22, 2018.

PIRES, V.; NASCIMENTO, J. V. D.; FARIAS, G. O.; SUZUKI, C. C. M. Identidade docente e educação física: Um estudo de revisão sistemática. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 30, n. 1, p. 35-60, 2017.

QUEIROZ, B. S. **Práticas de Inovação em Organização Produtora de Cachaça Artesanal: Estudo de Caso**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) - Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2018.

RAMOS, J.; GONÇALVES, D. B. Produção sustentável de cachaça artesanal. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 16, n. 1, 2018.

SANTOS, Y. B. T.; NASCIMENTO FILHO, M. F. Aplicações matemáticas na produção e comercialização de cachaça artesanal no povoado chapada (município de nova roma de goiás). **Universidade Estadual de Goiás (UEG)**, 2017.

SILVA, J. H. D. N.; VERRUMA-BERNARDI, M. R.; MARGARIDO, L. A. C.; OLIVEIRA, A. L. D. Análise sensorial de cachaça produzida em manejo orgânico e convencional. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 2, p. 271-280, 2019.

SOUZA, L. E. S. d. **Projeto de uma indústria brasileira produtora de cachaça**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Posadas, Misiones, 2017.

Trindade, C. R. **Quantificação e remoção de íons cobre em cachaças**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2017.

CAPÍTULO 10

SANEAMENTO RURAL E SUA RELAÇÃO COM A SAÚDE PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE POMBAL - PB

RURAL SANITATION AND ITS RELATIONSHIP WITH PUBLIC HEALTH IN THE MUNICIPALITY OF POMBAL - PB

Edvaldo Nunes da Silva Terceiro¹

Michael Douglas Sousa Leite²

Odilon Lúcio de Sousa Neto³

Thaise de Abreu Brasileiro Sarmento⁴

Aline Cristina de Araújo Florentino Silva⁵

Helmo Robério Ferreira de Menezes⁶

Glauber Iure Cardoso de Menezes Silva⁷

Rafael Eduardo Inacio do Nascimento⁸

Sandra Maijane Soares de Belchior⁹

Georgy Xavier de Lima Souza¹⁰

Mayle Alves Bezerra¹¹

DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.10

1 Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. edvaldoterceiro_30@hotmail.com

2 Faculdade Católica Santa Teresinha - FCST. michaeldouglas_adm@hotmail.com

3 Universidade Federal de Campina Grande - UFCG . odilon.lucio@hotmail.com

4 Universidade Federal de Campina Grande - UFCG . thaiseabreu@hotmail.com

5 Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Cajazeiras - FAFIC . alineflorentino.fasp@gmail.com

6 Faculdades Integradas do Ceará-UniFIC . helmo_rob@hotmail.com

7 Faculdades Integradas do Ceará-UniFIC . glauber.adv@bol.com.br

8 Universidade Federal de Campina Grande - UFCG . rafaeleduardoinacio@hotmail.com

9 Faculdades Integradas do Ceará-UniFIC . sandrabelchior@hotmail.com

10 Faculdades Integradas do Ceará-UniFIC . georgyxavier@bol.com.br

11 Faculdades Integradas do Ceará-UniFIC . maylebezerra@hotmail.com

RESUMO

A falta de acesso aos serviços de saneamento é um dos principais agentes de degradação ao corpo hídrico e meio ambiente, além de comprometer seriamente a qualidade de vida das pessoas, sejam as que vivem na zona urbana, ou as que vivem na zona rural. Nesse sentido, essa pesquisa tem como objetivo analisar o Saneamento rural e sua relação com a saúde pública no município de Pombal – PB. Para tanto, a presente pesquisa trata-se de um estudo de caso, quantitativo com procedimento observacional. Os resultados mostraram que existe relação entre as internações de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI) e a saúde pública na cidade de Pombal – PB. As doenças com um maior número de internações foram: Doenças Infecciosas e Parasitas, internações por Outras doenças Bacterianas e as internações por Dengue. Logo, uma vez que a população rural tem acesso a água potável para o consumo, destinação correta dos esgotos e resíduos sólidos haverá uma redução no número de internações de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado, mostrando que o saneamento pode ser uma política de prevenção de doenças de veiculação hídrica.

Palavras-chave: Políticas Públicas. Saneamento Rural. Saneamento Ambiental. Saúde Pública.

ABSTRACT

The lack of access to sanitation services is one of the main agents of degradation to the water body and the environment, in addition to seriously compromising the quality of life of people, whether those living in urban areas or those living in rural areas. In this sense, this research aims to analyze rural sanitation and its relationship with public health in the city of Pombal - PB. Therefore, this research is a case study, quantitative with observational procedure. The results showed that there is a relationship between hospitalizations for Diseases Related to Inadequate Environmental Sanitation (DRSAI) and public health in the city of Pombal - PB. The diseases with the highest number of hospitalizations were: Infectious and Parasitic Diseases, hospitalizations for Other Bacterial Diseases and hospitalizations for Dengue. Therefore, since the rural population has access to potable water for consumption, correct disposal of sewage and solid waste, there will be a reduction in the number of hospitalizations for Diseases Related to Inadequate Environmental Sanitation, showing that sanitation can be a policy to prevent waterborne diseases.

Keywords: Public policy. Rural Sanitation. Environmental sanitation. Public health.

1 INTRODUÇÃO

A falta de acesso aos serviços de saneamento é um dos principais agentes de degradação ao corpo hídrico e meio ambiente, além de comprometer seriamente a qualidade de vida das pessoas, sejam as que vivem na zona urbana, ou as que vivem na zona rural (LEITE et al, 2021). O descaso e a falta de investimentos na área de saneamento para a população da zona rural é algo que chama bastante atenção, visto que todos os recursos acabam sendo destinados à zona urbana das cidades (ARAÚJO, et al., 2015).

Olhando a nossa Constituição de 1988 o saneamento é um direito assegurado, onde a lei 11.445 de 2007 estabelece as diretrizes para o saneamento básico e institui a Política Federal de Saneamento, tem como objetivo a universalização do acesso ao saneamento básico, abrangendo tanto a zona urbana como a zona rural dos municípios (BRASIL, 1988).

A Constituição Federal ainda garante no seu artigo 225 que todos os cidadãos têm direito ao meio ambiente equilibrado ecologicamente, de uso comum e essencial para uma vida sadia, cabendo o poder público e a coletividade o compromisso de preservá-lo e defendê-lo para as atuais e gerações futuras (BRASIL, 1988). Logo, todos têm o direito igualitário a acesso às ações e serviços, conforme políticas econômicas e sociais que busquem à redução dos riscos, disjunta de sua renda, posição social, cor ou local de moradia (urbana ou rural) (ARAÚJO, et al., 2015).

De acordo com Leite et al., (2021) o saneamento é um conjunto de ações socioeconômicas que tem por finalidade alcançar salubridade ambiental através dos serviços de abastecimento de água com qualidade, coleta e a disposição de resíduos sólidos, gasosos e líquidos e promoção, disciplina sanitária de uso do solo, controle de vetores, drenagem urbana e doenças que oferecem riscos a sociedade e os demais serviços especializados, com a finalidade de melhorar e proteger as condições de vida (urbana e rural). A ausência destes serviços implica diretamente em problemas para a saúde pública e também do meio ambiente (BRASIL, 2011; SILVA et al., 2017).

Conforme dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD (2017), apenas 35% dos domicílios rurais estão ligados a redes de abastecimento de água. No restante dos domicílios (65,5%), a população rural faz uso de água captada poços e em chafarizes protegidos ou não, de cursos de água sem tratamento nenhum ou de outras fontes de uso inadequadas geralmente para consumo humano (IBGE, 2017).

De acordo com IBGE (2017), houve um significativo avanço no atendimento por coleta de Resíduos Sólidos Domésticos (RSD) rural. Em 1992 6,7% apenas do total de RSD rurais eram coletados, já no ano de 2009, esse percentual passou para 31,6%. Em relação ao abastecimento p de água, se inferir que, em áreas urbanas 95% da população é atendida, enquanto que na área rural, esse serviço abrange só (35%) da população, evidenciando que a prioridade no Brasil de atendimento do saneamento básico é o saneamento urbano, ficando saneamento em áreas rurais em segundo plano (IBGE, 2017).

No município de Pombal – PB, conforme Araújo et al., (2016), o atendimento de água na área rural é insuficiente ou inexistente, isso pôde ser comprovado através de informações obtidas junto a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – CA-GEPA. No que se refere à cobertura desse mesmo serviço na zona urbana, o índice de atendimento à população é de 100%.

Assim, por meio deste estudo, pretende-se analisar o Saneamento rural e sua relação com a saúde pública no município de Pombal – PB. Lima (2016) destaca que a falta de condições de saneamento adequadas, aliada à falta de práticas de educação sanitária e ambiental, tem resultado na incidência de várias doenças, especialmente de veiculação hídrica, as quais prejudicam o rendimento do trabalho, atenuam a qualidade de vida e aumentam a mortalidade infantil, podendo dificultar, ou impedir, o progresso social.

Considerando-se esta conjectura, fica perceptível a necessidade de estudos na área de saneamento básico, principalmente no que diz respeito a esgotamento sanitário. Em áreas pobres isto torna-se mais evidente, pois são locais que, em grande parte, são negligenciados pelas autoridades, acarretando em altas taxas de mortalidade de crianças, além de contágio e doenças por insalubridade. Portanto, investimento na destinação adequada dos esgotos poderá melhorar a qualidade de vida e diminuir os gastos do governo com saúde.

2 METODOLOGIA

A presente pesquisa trata-se de um estudo de caso, quantitativo com procedimento observacional. A área deste estudo foi a cidade de Pombal – PB, localizado no Estado da Paraíba, que está incluído na área geográfica de abrangência do semiárido brasileiro. De acordo com o IBGE, no ano de 2020 sua população era estimada em 32.802 habitantes, dos quais 26.453 são da zona urbana e 6.349 da zona rural, sua área territorial é de 889 km² (IBGE, 2020).

Figura 1 - Localização da cidade de Pombal no Estado da Paraíba



Fonte: Chaves et al., (2015).

O município está inserido geograficamente no Sertão da Paraíba, com vegetação típica de bioma caatinga. O clima é do tipo tropical semiárido. A temperatura anual média varia de 27° a 35,7°. A precipitação pluviométrica anual média é de 800 mm, sendo que os meses de fevereiro a abril são os que mais chuvosos.

O abastecimento de água na cidade de Pombal-PB é feito pela Companhia de Água e Esgoto do Estado da Paraíba – CAGEPA. A água é captada no Rio Piranhas e depois bombeada até um ETA (Estação de Tratamento de Água Convencional), onde passa pelos processos de coagulação, clorificação e a filtragem. Depois desse tratamento a água é então armazenada em três reservatórios, dois elevados um com a capacidade de 300.000 e outro com a capacidade de 250.000 litros e um semienterrado com capacidade de 500.000 litros, sendo distribuída posteriormente para o abastecimento da população (MELO et al., 2017).

Foram utilizados dados secundários produzidos pelo sistema de vigilância de todos os casos notificados de doença relacionadas ao saneamento básico na cidade de Pombal – PB entre os anos de 2008 a 2021. Tais dados são de domínio público e estão disponíveis pelo Datasus. Após consulta no DATASUS estes foram sistematizados através de gráficos com as variáveis selecionadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base na relação do quadro 01 abaixo, foram selecionados dados sobre as internações ocasionados em decorrência das seguintes doenças: Doenças Infecciosas e Parasitas, Diarreia e Gastroenterite, Leptospirose, Micose, Hanseníase, Meningite Viral e Dengue, obtidos através do levantamento na plataforma Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde – DATASUS.

Quadro 1 -Doenças infectocontagiosas e suas características principais

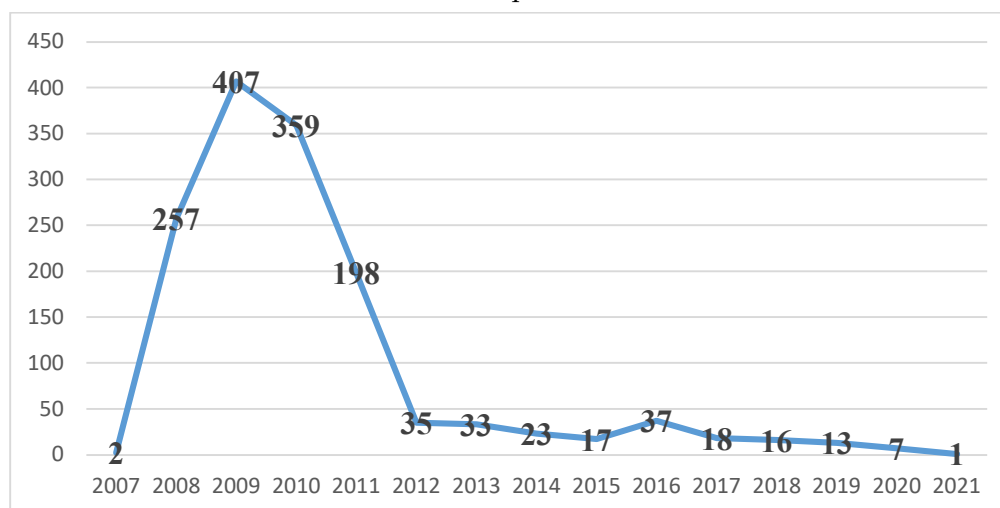
Doença	Agente etiológico ou agente infeccioso	Classificação da patologia	Vetor/Reservatório
Doenças Infecciosas e Parasitas	Os agentes infecciosos pode ser Bactérias, vírus, riquetsias, clamídias e fungos.	Bactérias, vírus e fungos	Específicos para cada agente etiológico.
Diarreia e Gastroenterite	Bactérias: <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Campylobacter jejuni</i> , <i>Escherichia coli</i> enterotoxigênica, <i>Escherichia coli</i> enteropatogênica, <i>Escherichia coli</i> enteroinvasiva, <i>Escherichia coli</i> enterohemorrágica, <i>Salmonellas</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Vibrio cholerae</i> e outras. Vírus: Astrovírus, calicivírus, adenovírus entérico, norovírus, rotavírus grupos A, B e C e outros. Parasitas: <i>Entamoeba histolytica</i> , <i>Cryptosporidium</i> , <i>Balantidium coli</i> , <i>Giardia lamblia</i> , <i>Isospora belli</i> e outras.	Bactérias, vírus e parasitas	Específicos para cada agente etiológico.
Leptospirose	Espiroqueta do gênero <i>Leptospira</i> .	Bacteriana	Animais sinantrópicos domésticos e selvagens. Os seres humanos são apenas hospedeiros acidentais da cadeia de transmissão.
Micose	<i>Pythium insidiosum</i> , <i>Trichophyton equinum</i> e <i>Sporothrix schenckii</i> .	Fungos	Os fungos podem ultrapassar a camada da pele e causar uma infecção local que pode se espalhar para tecidos, ossos e órgãos ou afetar todo o corpo.
Hanseníase	<i>Mycobacterium leprae</i> .	Bacteriana	O homem, reconhecido como única fonte de infecção, embora tenham sido identificados animais naturalmente infectados.

Fonte: Adaptado de Lima et al., 2018.

A falta de saneamento tem imediatas implicações sobre a saúde e qualidade de vida das pessoas que residem em áreas degradadas do ponto de vista ambiental (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2017). Cairncross e Feachem (2018) propõem uma classificação para doenças infecto-parasitárias que têm o meio ambiente como determinante potencial, chamando-as de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI). Esta classificação se divide em: doenças transmitidas por inseto vetor; de transmissão feco-oral, transmitidas pelo contato com a água; doenças conexas com a higiene e geo-helminthos, teníases.

A gráfico 01 abaixo mostra a evolução do número de internações de doenças infecciosas e parasitas entre 2007 a março de 2021.

Gráfico 1 - Número de internações por Doenças Infecciosas e Parasitas



Fonte: DATASUS, 2021.

Os agentes etiológicos das enfermidades infecciosas podem ser vírus, bactérias, fungos, riquetsias e clamídias. Essas doenças o ser humano atua como hospedeiros intermediários (BRASIL, 2010). Como é possível observar no município de Pombal – PB, o ano com o maior número de casos foi o ano de 2009 com 407 casos. Vale ressaltar que esses anos de 2007 a 2009 foram muito chuvosos na região e a qualidade da água dos rios podem variar de acordo com a ocupação da bacia em áreas a montante entre outros fatores, além do aporte de águas vindas de outras bacias, o que precisa ser considerado na análise da água, pois podem afetar suas características e qualidades.

Até que se constitua uma estrutura real que aporte um sistema de saneamento básico, as doenças Infecciosas e Parasitas têm se apresentado mais presentes na vida da população, em especial nos municípios em que o saneamento básico ainda é ineficiente. Dados apresentados por Lima et al., (2018) já mostram a baixa estrutura

do saneamento para algumas cidades e a progressão de internações por doenças infecciosas e parasitárias em áreas da cidade que apresentam condições de vidas mais baixas. A figura 01 mostra a realidade do sitio chique-chique localizado na zona rural de Pombal – PB, onde a população vive constantemente com o contato com águas contaminadas.

Figura 2 - Lixo jogado no Rio no Sitio Chique-chique



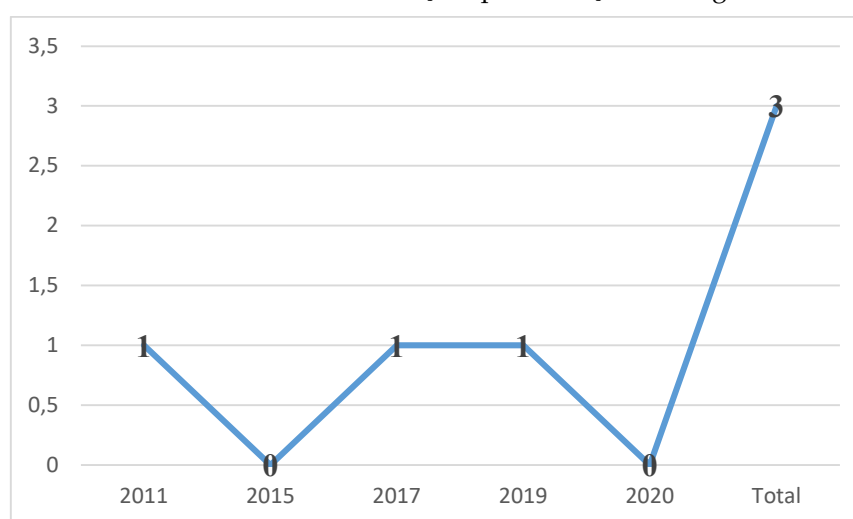
Fonte: Dados da Pesquisa, 2021.

Ações como essas observadas na figura 2 causam sérios problemas às áreas hídricas como rios e açudes contaminando os ambientes de água. Para Cunha et al., (2013) a falta de educação ambiental ocorre mais em lugares carentes de serviços essenciais, o que contribuiu para gerar poluição, doenças e problemas sérios de drenagem agravados pela deposição de lixo incorreta (BRAGA et al., 2020).

Nas doenças de Diarreia e Gastroenterite foram registrados apenas 05 casos no período de 2011 a 2019, ou seja, é numericamente menos expressivo que os demais, e está diretamente associado a insalubridade do ambiente em relação ao abastecimento de água potável e o esgotamento sanitário. Assim como mostra no gráfico 02 foram apenas 05 internações no período de 2011 a 2019.

No gráfico 02 é possível observar as internações por Meningite Viral.

Gráfico 2 - Número de internações por Doenças Meningite Viral

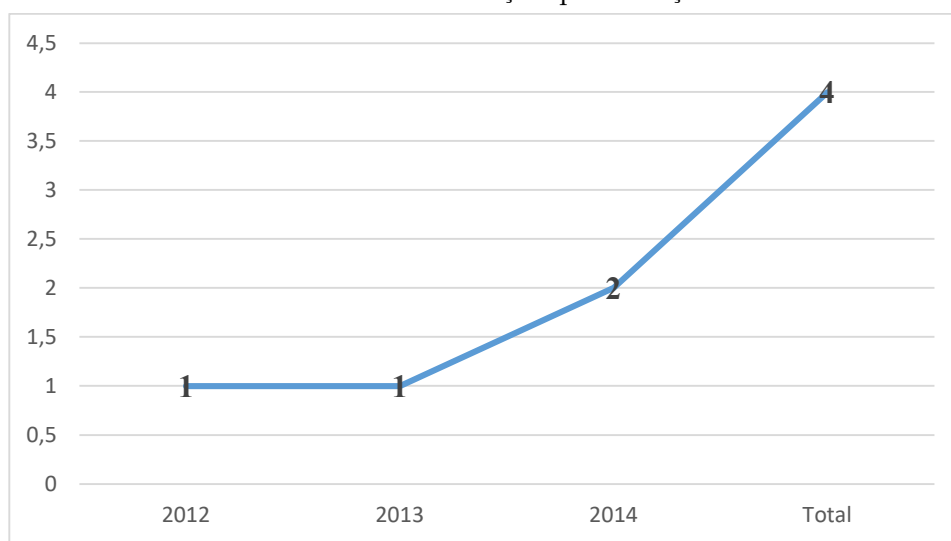


Fonte: DATASUS, 2021.

A meningite viral é uma enfermidade grave que provoca sintomas como febre, dores de cabeça forte e rigidez do pescoço, por causa da inflamação das meninges, que são o tecido que compreendem o cérebro e medula. No estudo foi possível observar apenas 03 casos (2011, 2019 e 2020). Os vírus causadores podem ser transmitidos via água, alimentos e objetos contaminados. Para a meningite viral o tratamento muitas vezes é dispensável, pois essa doença costuma desaparecer sozinha depois de algumas semanas (SIQUEIRA et al., 2017).

Os únicos meios de terapia geralmente, indicados pelos profissionais da saúde são repouso, a ingestão de muita líquido e o uso de medicamentos no alívio das dores. Em alguns casos, o médico pode receitar um antiviral.

Outra doença analisada foi as internações por micose.

Gráfico 3 - Número de internações por Doenças de Micose

Fonte: DATASUS, 2021.

A micose é uma doença mais comum no verão, devido ao calor e umidade. Esse problema é ocasionado por fungos que habitam o meio ambiente (CORTEZ, 2019). Algumas situações como: má higiene, uso de roupas molhadas e secagem incompleta da pele promovem a colonização desses micro-organismos. Entre os principais sintomas estão a prurido (coceira) e a Descamação. Hábitos de higiene são imprescindíveis para a prevenção da doença.

Em relação a hanseníase foi registrada apenas 01 caso em 2011. A hanseníase é causada por uma bactéria denominada *Mycobacterium leprae* e atinge, de maneira majoritária, a pele e alguns nervos, fazendo com que os pacientes percam a força muscular e a sensibilidade à dor e tátil.

A alta prevalência em algumas cidades de acordo com Cortez (2019) se deve ao fato de muitas pessoas ainda viverem sob condições péssimas de saneamento ao redor do mundo, razão por que os especialistas consideram que a hanseníase é uma enfermidade típica de países em subdesenvolvidos. Nos Estados Unidos e nos países europeus a doença já foi erradicada no século passado, após melhoria da qualidade de vida de seus cidadãos.

Abaixo mostra a figura 03 que mostra a realidade do sitio Cavilhada.

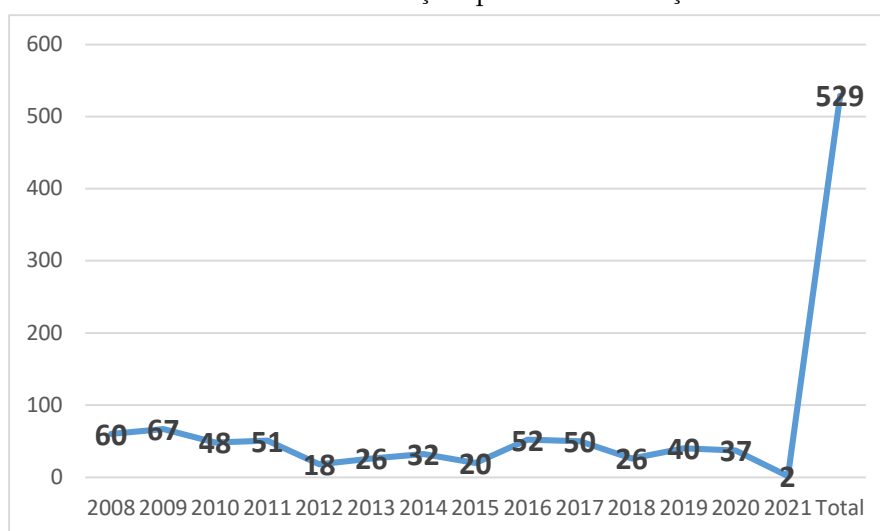
Figura 3 - Esgoto doméstico sendo jogado no rio no Sítio Cavallhada



Fonte: Dados da Pesquisa, 2021.

Como é possível observar os esgotos são lançados diretos no Rio no sítio Cavallhada. Além da questão mau cheiro e da coloração cinzenta escura das águas, a contaminação dos mananciais com esgoto ocasiona vários problemas para a população e meio ambiente. Dentre as doenças que podem ser causadas pela contaminação da água pelo esgoto são: febre tifoide infecções bacterianas, cólera, hepatite A e leptospirose. Além do impacto na saúde e bem-estar das pessoas, elas custam dinheiro ao Sistema Único de Saúde (SUS) (LIMA et al., 2018). Foram analisados no Município de Pombal – PB outras doenças bacterianas ligadas ao saneamento básico.

Gráfico 4 - Número de internações por Outras doenças Bacterianas



Fonte: DATASUS, 2021.

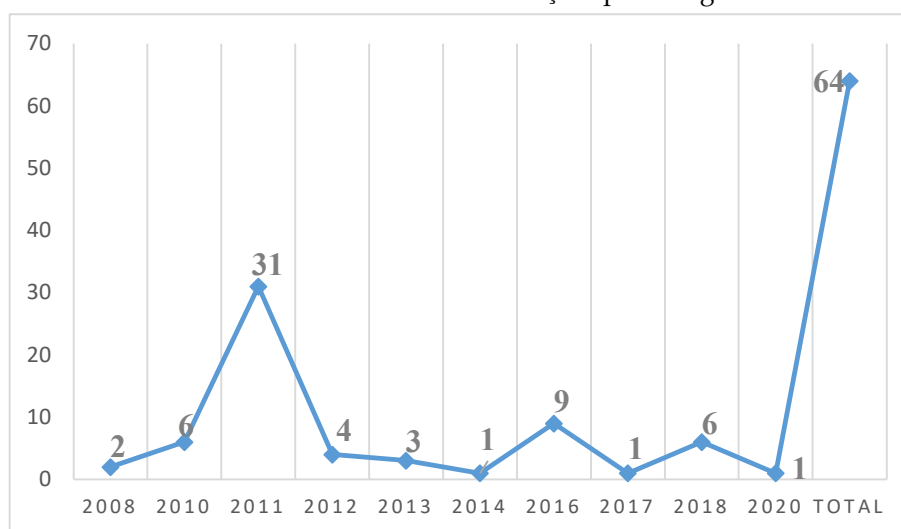
Observa-se um número bastante elevados de casos, totalizando nos últimos 12 anos 529 casos. A carência de serviços de água de qualidade, coleta e tratamento de esgoto, cria ambiente propício ao desenvolvimento de enfermidade graves. A maior

parte das doenças conexas à falta de saneamento se desenvolvem por causa da água contaminada.

Outro problema grave de saúde pública é a dengue. E está conexas das relações humanas e ambientais, avaliada como grave problema e uma das principais emergentes doenças em todo o mundo. Caracteriza-se enquanto arbovirose transmitida ao ser humano pela a picada do mosquito *Aedes aegypti*, sendo este o vetor principal da doença no Brasil (ARAÚJO, 2012).

É caracterizada de acordo com Santos et al., (2016) como uma doença infecciosa, de etiologia viral, ocasionada por quatro sorotipos virais antigenicamente distintos (DENV-1, DENV-2, DENV-3, DENV-4). A infecção por qualquer sorotipo viral ocasiona em um espectro clínico amplo, variando desde da síndrome viral inespecífica até formas mais graves e letais.

Gráfico 5 - Número de internações por Dengue



Fonte: DATASUS, 2021.

O gráfico 05 mostra que a dengue foi terceira doença em número de internações no municipal de Pombal, sendo que ao todo foram 64 casos, com destaque para o surto em 2011, onde foram registrados 31 casos.

A dengue é considerada um problema de saúde pública de grande importância mundialmente. Tendo como estimativa quase 80 milhões de novos casos por ano, em aproximadamente 100 países, exceto os países Europeus, entre esses casos, 550 mil necessitam de hospitalização e 20 mil chegam a óbito (LIMA et al., 2018).

No Brasil entre a década 1950 o início da de 1970 a dengue chegou a ser erradicada por 2 vezes, em 1976, surgiram os primeiros registros da reintrodução do mosquito no Brasil, ocasionado por falhas na vigilância epidemiológica e pelo cres-

cimento populacional acelerado, sendo comprovada a existência do *Aedes aegypti* em todas as unidades da federação, distribuído em aproximadamente em 4.523 municípios (SIQUEIRA, 2011).

A dengue é um assunto considerado atual e que sempre estará em discussão. Ela atinge não só a classe baixa como também a média e a alta, já que todos estão sujeitos a adquiri-la; cabe à população se conscientizar e ajudar a combater a dengue que atinge todo o mundo. Esse trabalho serve para atualizar as pessoas a respeito (RODRIGUES, 2017).

Lima et al., (2013) destacam que estudos com países asiáticos e americanos, incluindo o Brasil, demonstraram que as epidemias de dengue custaram aos cofres públicos cerca de U\$ 1,8 bilhão somente com despesas ambulatoriais e hospitalares, sem incluir os custos com as atividades de vigilância, controle de vetores e mobilização social.

Outro fator preponderante é destacado por Siqueira (2011), onde o processo de urbanização desordenada, ocorrendo em regiões com alta densidade demográfica e que apresentam deficiências no abastecimento de água e na limpeza urbana. Estas questões, aliadas ao trânsito das pessoas entre as áreas urbanas, interurbanas e a insuficiência no combate ao vetor torna o controle de Dengue um imenso desafio.

Segundo a autora supramencionada a população cresce em ritmo acelerado, estando mais concentrada nos países desenvolvidos onde se intensificou a urbanização. Nos países em desenvolvimento, a urbanização significa aglomeração intensa, grandes contingentes populacionais vivendo em espaço reduzido e, como consequência: saneamento inadequado, tanto em relação ao abastecimento da água, quanto ao destino dos resíduos sólidos; habitação precária; falta de infraestrutura urbana e agressão ao meio ambiente.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ausência de saneamento básico pode provocar a transmissão de diversas doenças, contaminação dos alimentos, do solo, da água e prejudicando a qualidade de vida dos moradores diretamente.

Os resultados mostram que existe relação entre as internações de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI) e a saúde pública na cidade de Pombal – PB. As doenças com um maior número de internações foram: Doenças Infecciosas e Parasitas, internações por Outras doenças Bacterianas e as internações por Dengue. Ressalta-se que não se pode colocar em prática ações que

busquem melhorar a saúde pública, sem pensar ao mesmo tempo em ações de saneamento básico e conservação ambiental, visto que a inexistência de um desses fatores, pode comprometer os resultados esperados.

Logo, uma vez que a população rural tem acesso a água potável para o consumo, destinação correta dos esgotos e resíduos sólidos haverá uma redução no número de internações de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado, mostrando que o saneamento pode ser uma política de prevenção de doenças de veiculação hídrica.

A limitação mais comum em estudo pautados pela análise de dados apresentados em plataformas sobre saúde se dá devido a consistência e efetiva de representatividade destes dados em relação a um cenário real. É muito provável que dados sobre essas doenças não disponham realmente da contabilização de todas as ocorrências, ou seja pode haver uma subnotificação. Casos de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado devem ocorrer, porém, não são contabilizados em virtude da não procura das pessoas por atendimento de saúde, por falha em diagnóstico clínico ou por outras questões.

Novas pesquisas podem englobar mais doenças relacionadas ao saneamento, novos períodos e, se possível um refinamento na área de estudo, analisando a situação mais específica da doença entre a zona rural e urbana com diferentes infraestruturas, verificando a efetivamente em áreas com carência de saneamento e sobre a influência na saúde da população.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R. A. F. Utilização de Modelos Matemáticos/Estocásticos na avaliação da ocorrência de dengue em função do clima na Paraíba. **Tese Doutorado**: Pós-graduação em Meteorologia da Universidade Federal de Campina Grande, 2012.

ARAÚJO, S. C. DE A.; SALES, L. G. de L.; SILVA FILHO, J. A. da.; MARTINS, W. A.; MELO, F. J. da. S. Diagnóstico da Realidade do Saneamento Básico na zona rural do município de Pombal – PB: Uma Análise Em nível de setor censitário do IBGE. **XII Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas**, Minas Gerais, 20 a 22 de maio de 2015.

ARAÚJO, S. C. de.; SILVA FILHO, J. A. da.; SILVA, G. M. de S.; SOBRINHO, L. G. de A.; NOGUEIRA, V. de F. B. Espacialização dos serviços básicos de saneamento na zona rural do município de Pombal-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 3, p. 122-130, 2016.

BRAGA, J. L.; OLIVERA, M. M.; LEITE, M. D. S.; BELCHIOR, S. M. S. de.; BELCHIOR, V. C. S. de.; LACERDA, W. de A.; FRANÇA, L. F. de M. Impactos ambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas, no percurso entre Boqueirão de Piranhas

a São Gonçalo – PB. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 8, n. 5, p. 56-78, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.32749/nucleodocohnhecimento.com.br/meio-ambiente/rio-piranhas>. Acesso em: 16 de maio de 2021.

BRASIL. **Doenças infecciosas e parasitárias: guia de bolso**. 8. ed. rev. Brasília: Ministério da Saúde, 2010.

BRASIL. **Guia de vigilância em saúde: leptospirose**. 2. ed. rev. Brasília: Ministério da Saúde, 2017.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário oficial da República Federativa do Brasil, 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 16 de maio de 2021.

BRASIL. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Ministério da Saúde, 2011.

CAIRNCROSS, S.; FEACHEM, R. **Environmental health engineering in the tropics: Water, Sanitation and Disease Control**. 1. ed. London, Routledge, 2018.

CHAVES, A. D. C. G.; ALMEIDA, R. R. P. de; CRISPIM, D. L.; FÉLIX, A. C. T.; MARACAJÁ, P. B. Análises dos principais sais presentes nas águas de poços tubulares em duas comunidades rurais do município de Pombal-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 3, p. 01-07, 2015.

COLZANI, V. F. **Guia para redação do trabalho científico**. 2 ed. Curitiba: Juruá, 2010.

CORTEZ, A. X. Análise da relação entre doenças do CID-10 (diarreias e micoses) com as condições de saneamento ambiental no Estado do Rio Grande do Sul - Brasil. **Dissertação Mestrado**: Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

CUNHA, D. A. da.; COELHO, A. B.; FÉRES, J. G.; BRAGA, M. J.; SOUZA, E. C. Irrigação como estratégia de adaptação de pequenos agricultores às mudanças climáticas: aspectos econômicos. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, v. 51, n. 2, Brasília Apr. / June, 2013.

DATASUS. **Informações de Saúde (TABNET)**. Ministério da Saúde, 2021.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD)**. Ministério das Cidades: Rio de Janeiro, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados da Cidade de Pombal – PB**. Censo 2020. IBGE: Rio de Janeiro, 2020.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Estudo Benefícios Econômicos e sociais da expansão do Saneamento no Brasil**. Instituto Trata Brasil, São Paulo - SP, 2017. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/beneficios-ecosocio/relatorio-completo.pdf>. Acesso em: 16 de maio de 2021.

LEITE, M. D. S.; OLIVEIRA, A. M. B. M. de.; OLIVERA, M. M.; BELCHIOR, V. C. S. de.; SILVA, C. de S.; LINHARES, R. S.; LACERDA, W. de A.; FRANÇA, V. C. de. Análise do sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário do município de Sousa - PB. **International Journal of Development Research**, v. 11, n. 1, p. 44022-44027, 2021.

LIMA, A. de S. M. Análise do sistema de abastecimento do município de João Pessoa/PB - Brasil. **Trabalho de Conclusão de Curso**: Universidade Federal da Paraíba, 2016.

LIMA, E. P.; et al. Série Histórica da Dengue e do Aedes Aegypti no Ceará. *Rev Bras Promoc Saude*, Fortaleza, 26(3): 340-348, jul./set., 2013.

LIMA, J. dos S.; SANTOS, G. C. S. dos.; RODRIGUES, R. S. S.; SANTOS, F. V. dos. Morbidade e mortalidade por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado em Belém do Pará. **Ciência e Sustentabilidade - CeS**, v. 4, n. 2, p. 115-132, 2018.

MELO, F. J. da S.; SILVA FILHO, J. A. da.; ANDRADE, S. N. de.; VIEIRA, Z. C. Análise do saneamento básico e saúde pública na cidade de Pombal, Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 1, p. 74-78, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v12i1.5151>. Acesso em: 16 de maio de 2021.

NASCIMENTO, M. A. L.; ANDRADE, M. V.; CARVALHO, J. L. A. S.; FORMIGA, A. C. S.; SILVA, F. A. Proposta de saneamento básico no município de Pombal-PB: Em busca de uma saúde equilibrada. **Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 1, n. 1, 2013.

OMS. Organização Mundial de Saúde. **N-water global analysis and assessment of sanitation and drinking-water (GLAAS)**, 2014.

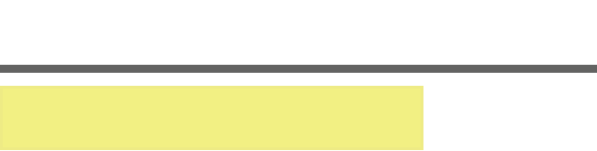
RODRIGUES, M. C. Entre o discurso oficial e a negligência da vigilância da leptospirose no Brasil. **Revista de Medicina e Saúde de Brasília (RMSBr)**, v. 6, n. 3, p. 321-333, 2017.

SANTOS, N.; SILVA, A.; GUSMÃO, P. G.; SANTOS, M. S. Análise epidemiológica da dengue no município de Vitória DA Conquista - Bahia, no período de 2011 a 2014. **C&D-Revista Eletrônica da Fainor, Vitória da Conquista**, v. 9, n. 2, p. 111-123, 2016.

SILVA, E. M. da.; ARRUDA, V. C. M. de.; MIRANDA, R. de S.; TAVARES, R. G.; ALMEIDA, M. V. de A. Diagnóstico e proposições para adequações de saneamento em assentamento rural no Semiárido da Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 4, p. 729-739, 2017.

SIQUEIRA, M. S.; ROSA, R. S.; BORDIN, R.; NUGEM, R. C. Interações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado na rede pública de saúde da região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2010-2014. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 26, n. 4, p. 795-806, 2017.

SIQUEIRA, S. da C. F. Análise espacial da dengue no Estado de Mato Grosso no período de 2007 a 2009. **Dissertação Mestrado**: Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, Universidade Federal de Mato Grosso, 2011.



CAPÍTULO 11

BACTÉRIAS E VÍRUS - NÃO TÃO VILÕES ASSIM NO MUNDO ABIÓTICO NO SANEAMENTO AMBIENTAL

BACTERIA AND VIRUSES – NOT THAT VILLAINS IN THE ABIOTICS WORLD IN ENVIRONMENTAL SANITATION

*Oziel Oliveira da Silva¹
Michael Douglas Sousa Leite²
Pablo Phorlan Pereira de Araújo³
Kaio Luís de Azevêdo Santos⁴
Odilon Lúcio de Sousa Neto⁵
Edjair Raimundo de Melo⁶
Ana Karine Gomes de Figueiredo⁷
Glauber Iure Cardoso de Menezes Silva⁸
Sandra Maijane Soares de Belchior⁹
Mayle Alves Bezerra¹⁰
Samara Nóbrega de Oliveira¹¹*

DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.11

1 Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. ozisoliv@gmail.com
2 Faculdade Católica Santa Teresinha - FCST. michaeldouglas_adm@hotmail.com
3 Faculdade Católica Santa Teresinha - FCST. papho@hotmail.com
4 Faculdade Católica Santa Teresinha - FCST. kaioluis@hotmail.com
5 Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. odilon.lucio@hotmail.com
6 Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. djairmeloprofessor@gmail.com
7 Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. Ana.kgfigueiredo@gmail.com
8 Faculdades Integradas do Ceará - UniFIC. glauber.adv@bol.com.br
9 Faculdades Integradas do Ceará - UniFIC. sandrabelchior@hotmail.com
10 Faculdades Integradas do Ceará - UniFIC. maylebezerra@hotmail.com
11 Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. samaranobrega98@gmail.com

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo verificar, por meio de uma revisão literária, os potenciais benefícios produzidos pelos vírus e bactérias no mundo abiótico que tem influência direta no saneamento ambiental e, assim, apresentar que parte dos vírus e bactérias são benéficos ao considerar a relação que o ser humano mantém com eles no ecossistema. Os resultados mostraram que o mundo abiótico abrange os ambientes relacionados à água, ao solo, ao ar, aos sistemas de esgotos, disposição de lixo e também a drenagem urbana, os quais são fundamentais para impedir a proliferação de doenças que em sua maioria estão relacionadas às bactérias e vírus, onde em outros cenários não são tão vilões assim no mundo.

Palavras-chave: Abiótico. Bactérias. Saneamento. Vírus.

ABSTRACT

This article aims to verify, through a literary review, the potential benefits produced by viruses and bacteria in the abiotic world that have a direct influence on environmental sanitation and, thus, show that most viruses and bacteria are beneficial when considering the relationship that human beings maintain with them in the ecosystem. The results showed that the abiotic world encompasses environments related to water, soil, air, sewage systems, garbage disposal and also urban drainage, which are essential to prevent the spread of diseases that are mostly related to bacteria and viruses, where in other scenarios they are not so bad in the world.

Keywords: Abiotic. Bacteria. Sanitation. Virus.

1 INTRODUÇÃO

O ser humano está rodeado por uma grande diversidade de diferentes seres e conhecê-los é de grande importância uma vez que o homem tem a característica e curiosidade de conhecer o mundo que gira em torno de suas vidas, além de serem os únicos dotados desse instinto, conhecer quem são os seres que habitam o mesmo ambiente, ajuda a ter uma melhor compreensão e relação com o mundo (ROCHA, 2020).

A relação do homem com outros seres vivos conduz a uma melhor relação compensatória com os diferentes seres, de modo que uma boa compreensão do mesmo, automaticamente permite deixar certas práticas para melhor aproveitamento de outras, sempre à procura da relação mais ideal, privilegiada e harmônica com o ambiente em que vive (HELLER, 1998).

Dentre esse mundo de seres que não vemos existe o mundo abiótico, que pode ser entendido como aquele ambiente que é desprovido de vida, mas que em uma visão microscópica pode apresentar-se como um ambiente vasto e rico em diversidade por exercer uma grande influência na existência da vida em um ecossistema (PRADO; MIAGOSTOVICH, 2014).

A microbiologia entra neste cenário para ajudar a compreender melhor este mundo, aumentando assim as lentes de alcance da percepção humana, desvendando o que está por trás deste mundo (ROCHA, 2020). O que leva a enxergar a real identidade e potencial de cada ser que habita o mundo macroscópico, partindo de uma visão microscópica das características de cada um.

O saneamento ambiental surge como tema de muita importância para a melhor compreensão do ambiente, conduzindo a uma visão mais abrangente do ecossistema em que se vive (NICOLAU, 2016). Na perspectiva de Tomeleri, Campos e Morete (2013) o conceito de saneamento ambiental abrange o conjunto de medidas que visam modificar as condições do meio ambiente, com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde.

Por conseguinte, este se torna um dos temas de grande relevância quando se trata de saúde pública, uma vez que um ambiente mal cuidado ou com ações antrópicas impensadas pode gerar problemas irreversíveis para a saúde humana, inclusive podendo levar a morte. Sabe-se que estes problemas são provocados em grande parte pelos seres microscópicos, principalmente bactérias e vírus (TOMELE-RI; CAMPOS; MORETE, 2013).

Dessa forma, os vírus e as bactérias surgem como os grandes vilões do homem neste cenário caótico e cheio de oportunidades de ampliação da vida microbiana. Embora sejam conhecidos por seus grandes malefícios, o homem ainda pode estabelecer uma boa relação com eles, encontrando diversos benefícios.

Nesse sentido, o artigo procura verificar, por meio de uma revisão literária, os potenciais benefícios produzidos pelos vírus e bactérias no mundo abiótico que tem influência direta no saneamento ambiental e, assim, apresentar que parte dos vírus e bactérias são benéficos ao considerar a relação que o ser humano mantém com eles no ecossistema.

Além de trazer conceitos científicos importantes que podem ajudar qualquer leitor a uma compreensão clara dos vírus e bactérias e de sua importância e manejo

apropriado no saneamento ambiental, este artigo se propõe ainda a amparar o ser humano numa melhor relação com o ambiente em que vive.

2 SANEAMENTO AMBIENTAL

Ribeiro e Rooke (2010) relatam que na França, Inglaterra, Alemanha e Bélgica as condições de vida na idade média nas cidades eram assustadoras. As moradias eram superlotadas e sem mínimas condições de higiene. Os lixos e fezes, eram colocados e acumulados em recipientes, onde eram transferidos mensalmente para reservatórios públicos e muitas vezes jogados nas ruas.

Como as áreas industriais rapidamente cresciam, os serviços de saneamento, como suprimento de água e a limpeza de ruas, não acompanhavam a expansão, e como resultado o período foi marcado por grandes epidemias, como: Cólera e Febre Tifóide, transmitidas pelas águas contaminadas e que fizeram milhões de vítimas, assim como a doença da Peste Negra, transmitida pela pulga do rato, roedor atraído pela sujeira (ROCHA, 2020).

Segundo Ribeiro e Rooke (2010), o Brasil foi um dos pioneiros no mundo a implantar redes de coletas para o escoamento da água da chuva. Contudo, o sistema foi instalado apenas no Rio de Janeiro e atendia somente a área da cidade, onde se instalava a aristocracia, para se ter uma ideia os Arcos da Lapa foi construído no Brasil em 1723, sendo o primeiro aqueduto.

Embora tenha sido um dos pioneiros no mundo, o Brasil enfrenta atualmente grandes problemas para oferecer um saneamento adequado para a população. De acordo com o Instituto Trata Brasil (2021), o país ocupava o 112º lugar de posição no quesito saneamento básico em 2011.

Vale destacar o conceito de saneamento em diferentes organizações para notar a importância e relação da mesma com a saúde humana. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) (2014), saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem estar físico, mental e social (TOMELERI; CAMPOS; MORETE, 2013). Conforme o Instituto Trata Brasil (2021), saneamento é o conjunto de medidas que visa preservar ou modificar as condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde, melhorar a qualidade de vida da população e a produtividade do indivíduo e facilitar a atividade econômica. Assegurado pela Constituição Federal e definido pela Lei nº. 11.445/2007 (BRASIL, 2007; CERQUEIRA; FERREIRA, 2017).

Para Ribeiro e Rooke (2010), pode-se dizer que saneamento caracteriza o conjunto de ações socioeconômicas que tem por objetivo alcançar salubridade ambiental.

Logo é notável que o conceito de saneamento esteja intimamente ligado à ideia de saúde. Desse modo, a OMS (2014) define a saúde como sendo um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não apenas a mera ausência de doença ou enfermidade.

Por volta de 1850, Pasteur e outros cientistas realizaram algumas pesquisas que os levaram a descobrir que seres microscópicos eram responsáveis por provocar grande parte das moléstias conhecidas (BORGES et al., 2013). De acordo com Ribeiro e Rooke (2010), descobriu-se que mesmo solos e águas aparentemente limpos poderiam conter organismos patogênicos introduzidos por material contaminado ou fezes de pessoas doentes.

Ainda segundo Ribeiro e Rooke (2010), concluem em sua pesquisa que o saneamento básico é fundamental na prevenção de doenças. Além disso, a conservação da limpeza dos ambientes, evitando resíduos sólidos em locais inadequados, por exemplo, impede a proliferação de vetores de doenças como ratos e insetos que são responsáveis pela disseminação de algumas moléstias.

O saneamento ambiental lida com diversas práticas relacionadas com abastecimento de água, sistema de esgotos, disposição do lixo, drenagem urbana, coleta e o tratamento de resíduos das atividades humanas, prevenir a poluição das águas de rios, mares e outros mananciais, garantir a qualidade da água utilizada pelas populações para consumo, bem como seu fornecimento de qualidade, além do controle de vetores (SILVA, 2019).

Incluem-se ainda no campo de atuação do saneamento, a drenagem das águas das chuvas, prevenção de enchentes e cuidados com as águas subterrâneas. Sendo que cada uma destas se apresenta como práticas complexas que envolvem desde uma infraestrutura adequada até tratamentos biológicos.

3 BACTÉRIAS E VÍRUS NÃO TÃO VILÕES ASSIM NO MUNDO ABIÓTICO NO SANEAMENTO

Pesquisas em diversas áreas ambientais têm sido realizadas, mostrando a importância que deve ser dada à qualidade, por exemplo da água. Otsuka et al., (2014), apontam para importância que deve ser dada a qualidade da água, uma vez que

esta, sem seu devido tratamento poderá ocasionar grandes problemas ambientais e principalmente para a saúde,

A água pode ser usada para fins domésticos, agrícolas e industriais e, quanto à sua disposição no ambiente, podem ser subterrâneas (poços/aquíferos), de superfície (lagos / rios) ou recreacionais (piscinas públicas). Todo corpo hídrico possui um potencial eminente de transmitir doenças quando se encontram sem a devida qualidade, podendo afetar a saúde animal, humana e vegetal. A água entra nos sistemas biológicos pela ingestão direta, pelos alimentos, uso pessoal, uso na indústria e agricultura (OTSUKA et al., 2014).

Otsuka et al., (2014) relata que em um país que não investe em estudos, inovação e desenvolvimento não tem como garantir a qualidade de vida para a sua sociedade, os autores chamam a atenção para necessidade de olhar que pesquisas que contribuam para o monitoramento das condições ambientais sejam garantidas, como por exemplo, aqueles que investigam a toxicidade da água.

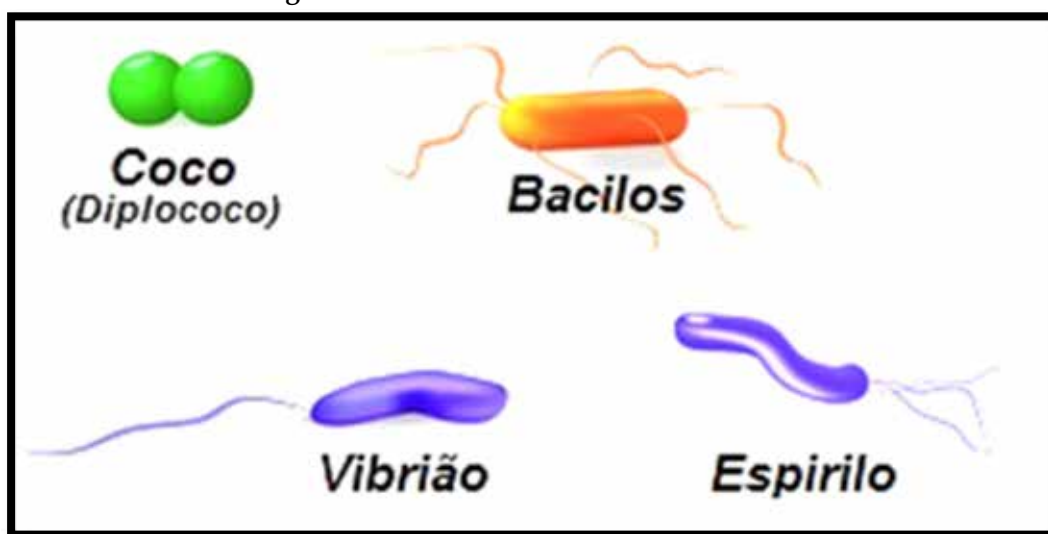
Essa preocupação deve estar relacionada, não apenas ao manejo da água, como também a todo e qualquer tipo de material usado pelo homem, quando o mesmo age no meio ambiente à procura de sua existência e bem estar (SILVA, 2019). A existência de microrganismos no meio, faz o ser humano refletir suas ações, levando-os a ter um olhar mais atento ao mundo abiótico que abrange fatores como água, solo, radiações e atmosfera.

3.1 As bactérias no saneamento

Desde os trabalhos de Woese na década de 1970 existe a tendência de considerar os procariontes em dois domínios: Archaea e Bacteria. Quando se fala em bactérias, são rapidamente lembradas como formas nocivas aos demais seres vivos, pois podem causar doenças, mesmo sendo relacionadas com poucas espécies de bactérias (LOPES; ROSSO, 2014).

As Bactérias podem apresentar-se como seres unicelulares e até multicelulares, de acordo com a visão moderna da microbiologia, apresentam uma parede celular constituída por peptidoglicanos, mas sua estrutura e composição não são iguais em todas elas. As formas mais comuns estão relacionadas na imagem 1, que são: Cocos, Bacilo, Vibrião e Espirilo (ROCHA, 2020).

Figura 1 - As formas mais comuns de Bactérias



Fonte: ROCHA, 2020

A reprodução das bactérias apresenta alto poder de reprodução assexuada por bipartição (uma célula divide-se em duas geneticamente iguais).

Embora sejam conhecidas por seu alto potencial de causar doenças como já foi citado, as bactérias podem ser benéficas para o homem. Apresentam uma ampla capacidade de se adaptar a diversos habitats, desde que haja água. Podem realizar fotossíntese com produção de O₂ como no caso das cianobactérias. Estas por sua vez foram reconhecidas como fonte potencial para vários produtos biologicamente ativos, como os de uso farmacológico com atividade citotóxica, antifúngica, antibacteriana, antivirótica, imunossupressora e antitumoral (ROCHA, 2020).

De modo geral os procariontes são fundamentais para a manutenção da vida no planeta, desempenhando algumas funções importantes e, portanto, não se apresentando não tão vilã assim no mundo abiótico.

Algumas espécies podem atuar como decompositoras, degradando organismos mortos ou partes deles, como flores, folhas e frutos, e, com isso, contribuem para a reciclagem no planeta da matéria orgânica (LOPES; ROSSO, 2014).

Outras espécies de bactérias são fotossintetizantes, entre elas as cianobactérias, que desempenham a fotossíntese oxigênica, igualmente à das plantas, participando enquanto produtoras nas cadeias alimentares com a liberação no ambiente do gás oxigênio; há as bactérias sulfurosas púrpuras e sulfurosas verdes também, que realizam a fotossíntese não oxigênica, com liberação do enxofre (LOPES; ROSSO, 2014).

Algumas espécies de bactérias são quimiossintetizantes e fátuas produtoras em ambientes especiais (LOPES; ROSSO, 2014).

Ainda expondo os benefícios, certas espécies de bactérias vivem em associação com outros organismos, pressionando benefícios, como é o caso das bactérias da nossa flora intestinal e que produzem a vitamina K. Algumas espécies que fazem a fermentação e são usadas nas indústrias de alimentos para a fabricação de iogurtes e outros produtos (ROCHA, 2020).

Certas bactérias e cianobactérias podem fixar o nitrogênio (N_2) do meio e transformá-lo de maneira que possa ser aproveitado pelas plantas para a síntese de proteínas e ácidos nucleicos, já outras bactérias podem liberar o N_2 para a atmosfera (ROCHA, 2020). Esses organismos são imprescindíveis no ciclo do nitrogênio.

Uma das maiores contribuições positivas das bactérias é relacionada com sua utilização no tratamento do esgoto (figura 2 abaixo), resultado do saneamento ambiental. Onde há a filtragem primeiramente grosseira do material para se fazer posteriormente a separação dos detritos maiores.

Usa-se para isso uma grande filtradora; posterior, o material passa por um filtro de areia. Com os sólidos e os líquidos separados, os destinos são distintos: os sólidos são conduzidos para os tanques onde as bactérias anaeróbias vão converter a matéria orgânica em produtores que podem ser usados como fertilizantes, posterior a esterilização, onde a parte líquida do esgoto é separadamente tratada por um sistema de filtros em tanques especiais, onde as bactérias aeróbias vão atuar, degradando a matéria orgânica. Essa água é então devidamente esterilizada, com a adição principalmente de cloro, podendo ser devolvida aos oceanos e rios (LOPES; ROSSO, 2014).

Figura 2 - Estação de tratamento do esgoto



Fonte: Portal Saneamento, 2021

A prática do tratamento de esgoto também é fundamental para se evitar a transmissão de doenças. Para se ter uma ideia, um litro de esgoto não tratado pode conter até 20 bilhões de bactérias, muitas delas patogênicas para o ser humano, como é o caso das causadoras da cólera e da febre tifóide.

Portanto fica claro e evidente a importância e os grandes benefícios das bactérias para a vida humana.

3.2 Os vírus no saneamento

Os vírus não são formados por células, além disso, não são considerados organismos, e sim estruturas genéticas de propagação. Isso porque sua conformação se resume a um genoma (conjunto de genes de um determinado organismo) que contém DNA ou RNA envolvido por um revestimento proteico (ROCHA, 2020).

Assim, como não representa maquinário necessário para sua replicação ou produção das moléculas necessárias à sua manutenção, os vírus são parasitas intracelulares obrigatórios, e sua sobrevivência encontra-se intrinsecamente ligada à atividade celular do hospedeiro. Entretanto, acredita-se que os vírus tenham uma origem evolutiva celular e que a coevolução com os hospedeiros possa ter conver-

tido células parasitárias ancestrais nas estruturas altamente especializadas que conhecemos hoje (UJVARI, 2008).

Do ponto de vista microbiológico, as partículas virais são bastante importantes, pois se encontram associadas a inúmeras doenças que têm como hospedeiro o homem e outros animais. Além disso, são responsáveis por uma grande variedade de patologias associadas a plantas, o que torna seu estudo essencial para a aplicação de técnicas adequadas de plantio e manutenção de culturas agrícolas (UJVARI, 2008).

No Brasil a preocupação com estudos aprofundados sobre os vírus em circulação no ambiente teve início na década de 1970 com o desenvolvimento de métodos para recuperar poliovírus a partir de grandes volumes de amostras de água (NICOLAU, 2016).

Vale ressaltar que mesmo com os avanços metodológicos, até o momento, nenhum método atende aos critérios exigidos para a padronização, tais como simplicidade e rapidez de execução, reprodutibilidade, baixo custo e recuperação de uma grande variedade de tipos virais (PRADO; MIAGOSTOVICH, 2014).

Em seu trabalho, Prado e Miagostovich (2014), coloca que diversos trabalhos apontam que os riscos de saúde pública aumentam sob condições ambientais adversas, incluindo falta de acesso à água potável, esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos e moradia adequada.

Os vírus também sempre estão associados a grandes causadores de doenças, sendo comum relacionarmos diretamente a várias doenças. Mas cabe ressaltar a função benéfica dos vírus para o homem.

No ano de 1896, o bacteriologista inglês, Ernest Hankin, relatou uma intensa atividade antibacteriana contra *Vibrio Cholerae* nas águas do rio Junna, na Índia, atribuindo a responsabilidade deste fenômeno a microrganismos de dimensões micrométricas que tinham a capacidade delimitar a epidemia de Cólera. Dois anos após a descoberta de Hankin, o microbiologista ucraniano Nikolay Gamaleya observou um fenômeno semelhante com bactérias da espécie *Bacillus Subtilis* (MARCHIOTTI, 2016).

O termo bacteriófago foi empregado oficialmente em 1917, graças à contribuição de Félix d'Herelle. Este microbiologista teve sua descoberta associada ao um surto de graves hemorragias e disenteria nas tropas da França durante a I guerra mundial. Estudos laboratoriais levaram a concluir que a solução para essa proble-

mática estaria em um vírus que infecta as bactérias, concluindo que são mortíferos para as bactérias hospedeiras e inofensivos aos seres humanos. Após essa descoberta, D'Herelle coloca a terapia fágica em prática no tratamento da disenteria, onde se mostrou muito eficaz, fazendo cessar os sintomas com uma única administração dos fagos (MARCHIOTTI, 2016).

Em resumo, os bacteriófagos são vírus que infectam bactérias que, em sua maioria, poderiam causar doenças. Os mais estudados são os que infectam a bactéria intestinal *Escherichia coli*, conhecidas como fagos T (LOPES, 2016).

Conforme Lopes (2016) os bacteriófagos foram encontradas em grande número no muco produzido por animais. O muco atua como uma barreira protetora dos tecidos que ficam expostos ao ambiente, como os tecidos que revestem o trato digestório e respiratório, além da epiderme. A partir disso, pesquisadores descobriram que o muco é também a chave de uma relação antiga e benéfica entre animais e vírus.

Não apenas isso como também, o muco forma um ambiente muito favorável ao desenvolvimento de bactérias que poderiam penetrar o corpo do animal e, então, prejudicá-lo. Descobriu-se que o controle da população dessas bactérias presentes no muco é feito pelos bacteriófagos: eles infectam e controlam a população de bactérias, protegendo o hospedeiro. Em troca, os vírus encontram um local onde há constante fonte de bactérias, as quais podem ser usadas para sua reprodução.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto fica claro e evidente que embora sejam fortemente associadas às doenças que podem ocasionar, os vírus e bactérias também podem trazer benefícios para o homem, desde que sejam tratados de forma adequada e com as devidas relações ecológicas, sem deixar de lado a grande importância do saneamento ambiental, com suas políticas e ações que visam a diminuição da proliferação de doenças.

REFERÊNCIAS

BORGES, A. J. G.; VICENTE, J. S.; ALBANO, M. P.; MARIA, Y. R. Saneamento Básico no Município de Indiana – SP. *Colloquium Humanarum*, vol. 10, n. 1, p. 434-440, 2013.

BRASIL. **Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007**. Institui a Política Nacional de Saneamento Básico. Brasília, 2007.

CERQUEIRA, L. L. de M.; FERREIRA, L. A. D. Biodiversidade e Interações Ecológicas. Secretaria de Tecnologia Educacional: **SETEC, Mato Grosso**, v. 1, n. 1, p. 1-50, 2017.

HELLER, L. Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 3, n. 2, p. 73-84, 1998.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Benefícios Econômicos e Sociais da Expansão do Saneamento Brasileiro**. Trata Brasil, 2021.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Conecte bio**. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

MARCHIOTTI, M. C.; UBER, A. P.; PAIVA, L. R. de S.; HELBEL, C. Fagoterapia: Uma alternativa simples e barata para o tratamento de infecções bacterianas resistentes à antibioticoterapia. **Revista Uningá Review**, v. 26, n. 2, p. 31-34, 2016.

NICOLAU, P. B. **Microrganismo e Ambiente: Ar e água, solo e extremos**. Universidade Aberta de Portugal, Brasil, 2016. Disponível em: <https://repositorioaberto.uab.pt/handle/10400.2/6135>. Acesso em junho de 2021.

PORTAL SANEAMENTO. **Tratamento de esgoto**. Site Portal do Saneamento, 2021. Disponível em: <https://saneamentobasico.com.br/class/tratamento-de-esgoto/>. Acesso em junho de 2021.

PRADO, T.; MIAGOSTOVICH, M. P. Virologia ambiental e saneamento no Brasil: uma revisão narrativa. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 30, n. 7, p. 1367-1378, 2014.

RIBEIRO, J. W.; ROOKE, J. M. S. Saneamento Básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública. **Trabalho de Conclusão de Curso: Especialização em Análise Ambiental**, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2010.

ROCHA, M. C. V da. **Microbiologia ambiental**. Curitiba: Intersaberes, 2020.

SILVA, F. R. O saneamento básico e seus reflexos na saúde pública para a população urbana de Buritis – MG. **Trabalho de Conclusão de Curso: Especialização em Gestão Pública Municipal – Buritis-MG**, Universidade de Brasília, 2019.

TOMELERI, D. B.; CAMPOS, T. R.; MORETE, V. S. Saneamento Ambiental e Sustentabilidade: Essencialidade à Vida Humana e à Proteção do Meio Ambiente. **Cient., Ciênc. Juríd. Empres., Londrina**, v. 14, n. 217, p. 233-242, 2013.

TROMBETTA, J.; SCHIMIN, E. S. Relações ecológicas entre os seres vivos: da teoria à prática. **Secretaria de Estado da Educação, Guarapuava**, v. 1, n. 1, p. 1-19, 2014.

UJVARI, S. C. **A história da humanidade contada pelos vírus**. 2 ed. Editora Contexto, 2008.

World Health Organization. **Mental health: strengthening our response**. Fact sheet 220; 2014.

CAPÍTULO 12

ESTUDO RETROSPECTIVO DA CONDENAÇÃO DE FÍGADO BOVINO POR FASCIIOLOSE E HIDATIDOSE EM FRIGORÍFICOS NO ESTADO DE RONDÔNIA

RETROSPECTIVE STUDY OF THE CONDEMNATION OF BOVINE LIVER BY FASCIOSIS AND HYDATIDOSIS IN REFRIGERATORS IN THE STATE OF RONDÔNIA

*Wilson Gómez Manrique¹
Mayra Araguaia Pereira Figueiredo²
Junio Vieira Alves³*

DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.12

1 Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Rondônia, Câmpus Rolim de Moura. Programa de Pós-graduação da Rede Bionorte, wilson.gomez@unir.br, <https://orcid.org/0000-0003-3097-3770>, <http://lattes.cnpq.br/1697765782130464>.

2 Laboratório de Parasitologia, Entomologia e Biologia Molecular voltado à Saúde Única-LAPEMSU. Departamento de Medicina Veterinária e Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Rondônia, Câmpus Rolim de Moura, mayra.araguaia@unir.br, <https://orcid.org/0000-0002-5809-8878>, <http://lattes.cnpq.br/0400550473507828>.

3 Discente do Curso de Medicina Veterinária. Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Rondônia, Câmpus Rolim de Moura.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo realizar um estudo retrospectivo da ocorrência de condenações de fígados por lesões características de fasciolose e hidatidose dos bovinos abatidos em frigoríficos nos municípios do estado de Rondônia, no período de 2014 à 2018. Realizou-se uma pesquisa quantitativa através de dados mensais notificados ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento pelo Serviço de Inspeção Federal. Os resultados obtidos foram tabulados e analisados mediante a porcentagem total e anual das condenações por lesões. Entre o ano de 2014 à 2018, foram abatidos 10.632.431 bovinos nos diferentes municípios de Rondônia, nestes, constatou-se 585.955 condenações de fígados. As alterações encontradas com menor frequência foram decorrentes da infecção por *Fasciola hepatica* onde foram condenadas 67 vísceras e as lesões de hidatidose levaram a condenar 4.220 fígados. Ambas as doenças apresentaram porcentagem total e prevalência baixas, demonstrando não estarem entre as principais causas de condenações de vísceras. Apesar de ambas as doenças se apresentarem baixas em relação ao acometimento do fígado, deve se dar atenção ao aumento de condenações observado ao término do estudo, pois demonstrou-se uma possível falha na prevenção.

Palavras-chave: Cisto hidático. *Echinococcus granulosus*. *Fasciola hepatica*. Sanidade Animal. Zoonose.

ABSTRACT

The present work had as objective to carry out a retrospective study of the occurrence of liver convictions due to fasciolosis and hidatidosis characteristics of bovine animals slaughtered in refrigerators in the municipalities of the state of Rondônia in the period 2014 to 2018. A quantitative survey was carried out through monthly data notified to the Ministry of Agriculture and Livestock supply by the Federal Inspection Service. The results obtained were tabulated and analyzed by the total and annual percentage of convictions for injuries. Between 2014 and 2018, 10,632,431 cattle were slaughtered in the different municipalities of Rondônia, in these, there were 585,955 convictions of livers, the alterations found less frequently were due to the infection by *Fasciola hepatica* where 67 Viscera were condemned and the hydratidosis lesions led to condemning 4,220 livers. Both diseases presented a low percentage and prevalence, demonstrating that they were not among the main causes of viscera convictions. Although both diseases are low in relation to liver impairment, attention should be paid to the increase in convictions observed at the end of the study, since a possible failure in prevention was demonstrated.

Keywords: Hydatid cyst. *Echinococcus granulosus*. *Fasciola hepatica*. Animal health. Zoonosis.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil o agronegócio é responsável por grande parte da economia do país, representando uma parte considerável do Produto Interno Bruto (PIB), pode ser também um campo repleto de oportunidades de investimentos e geração de empregos, essa atividade é realizada em todos os estados e em diferentes ecossistemas do Brasil, com grande variabilidade tecnológica.

Dentro do agronegócio a bovinocultura de corte tem se destacado na economia e no comércio internacional representando a maior participação no agronegócio brasileiro. Em 2018, foram exportados 1,64 milhão de toneladas, valor 11% maior do que no ano anterior. Sendo o maior volume exportado pelo Brasil e por todos os países exportadores, o que corresponde a um valor de US\$ 6,57 bilhões em receita (ABIEC, 2018). Porém, vem passando por transformações e intensificação da produção, isso devido à pressão produtiva para atender as exigências do mercado interno e externo bem como a grande busca por uma melhor sanidade.

Muitos criadores ainda passam por dificuldades pois não conseguem atingir qualidade nos produtos, sobretudo por não seguir regras básicas em setores como o de alimentação, manejo sanitário e transporte que são considerados critérios relevantes de viabilidade da cadeia produtiva e comercial. Para garantir a qualidade higiênico-sanitária da carne é obrigatório que os produtos alimentícios e derivados do abate tenham origem em indústrias inspecionadas, onde os animais são submetidos a exames ante mortem e post mortem, realizados por médicos veterinários em acordo do serviço de inspeção. Sendo assim, o abatedouro frigorífico constitui um relevante instrumento de diagnóstico de enfermidades, entre elas as de caráter zoonótico (UNGAR et al., 1990).

Com a realização da inspeção nos abatedouros frigoríficos, há o exame da carcaça, cavidades, órgãos, vísceras, tecidos e linfonodos, realizada por visualização, palpação, olfação e incisão, quando necessário, e demais procedimentos definidos em normas complementares, específicas para cada espécie animal (BRASIL, 2017). Apesar dos cortes cárneos serem as frações mais valorizadas, aceitas e consumidas pela população, o fígado é uma víscera de elevado consumo, sendo fontes proteicas alternativas para a população mundial em expansão (FRUET et al., 2013). Entre as causas de condenações de fígados em abatedouros frigoríficos de 14 bovinos estão

as doenças parasitárias, hidatidose e fasciolose (CABRERA et al., 2002; DUTRA et al., 2010).

Dessa forma, ter o conhecimento do acometimento dessas doenças em bovinos abatidos em uma determinada região é de suma importância para detectar os pontos positivos bem como os negativos que precisam ser modificados na cadeia produtiva para garantir a sanidade e evitar prejuízos econômicos.

Assim, buscando contribuir com as pesquisas desta área, sobretudo para adoção de medidas, e orientação ao produtor para manter a sanidade do rebanho, manejo adequado e a realização de políticas públicas visando a prevenção de zoonoses, esta pesquisa objetiva realizar um estudo retrospectivo da ocorrência de condenações de fígados por lesões macroscópicas de fasciolose e hidatidose no período de 2014 a 2018 no estado de Rondônia.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Historicamente o primeiro registro de *Fasciola hepatica* se deu em meados do século IX, quando no Tratado de Saúde Animal do Mundo Árabe em 865 a.c. citavam a ocorrência de uma “doença do fígado” (REZENDE, 1979). Mas tarde em 1739 Jehan de Brie em Taylor (1965) relacionaram lesões encontradas no fígado de animais à presença de *F. hepatica*. Leuckart (1882) a partir de vários estudos foi o primeiro a descrever o ciclo biológico completo do trematódeo, onde também citou a participação de *Lymnaea truncatula* como seu hospedeiro intermediário.

O primeiro relato sobre *F. hepatica* no Brasil foi feito por Lutz (1921), através de um achado ocasional no fígado de bovinos no município de Três Rios Estado do Rio de Janeiro. A partir desta data, muitas observações descritas foram fundamentadas principalmente em dados sobre a ocorrência e ou prevalência da fasciolose em bovinos em frigoríficos.

Ribeiro (1949), realizou um estudo onde teve como objetivo avaliar 19 frigoríficos nos Estados de Mato Grosso, Goiás, São Paulo e zona do Triângulo Mineiro onde relatou uma incidência de 2,93% e 3,40% para os anos de 1946 e 1947, respectivamente.

Contudo, no período de 1958 a 1963 no Estado do Rio Grande do Sul, Corrêa (1965) registrou em 7,99% o índice de infecção de bovinos abatidos em matadouros. Dados corroborativos foram registrados por França (1969), para o Vale do Paraíba, no Estado de São Paulo, no qual foi confirmado a presença do parasito em 10,1% de 941 bovinos inspecionados no matadouro municipal de Taubaté. Mais tarde Ueno

et al. (1982), buscaram avaliar a importância econômica da fasciolose na exploração pecuária em Santa Vitória do Palmar no Estado do Rio Grande do Sul, onde registraram que os índices médios de condenações de fígados durante o ano de 1979 corresponderam entre 12-13% em bovinos e 7% em ovinos, comprovando a existência de várias áreas endêmicas próximas às regiões de fronteira do sul do Estado.

Em uma pesquisa realizada por Caldas et al. (1995) onde foram colhidas amostras de fezes de bovinos oriundos de 51 municípios, em seis mesoregiões do Estado de Minas Gerais observaram maior índice de prevalência 9,05%, no município de Itajubá, sul do Estado, onde estimaram que esta prevalência estava ligada as condições favoráveis para o ciclo da *F. hepatica*. De acordo com Queiroz et al. (2002) as áreas mais atingidas estão localizadas no Sul e Sudeste do Brasil em Estados como o Rio Grande do Sul (principalmente em áreas de fronteira), Santa Catarina (Vale do Itajaí), São Paulo (Vale do Paraíba), Rio de Janeiro, região Sul de Minas Gerais e mais recentemente nos municípios de Bocaiúva do Sul e Tunas do Paraná no Estado do Paraná. Esses dados condizem com os de Honer (1979), que em estudos da época descreveu que a maior área enzoótica da *F. hepática* estava situada ao sul do país, com uma extensão de grande importância na região centro-sul, o Vale Paraíba.

Echevarria (2004), obteve dados similares, em um estudo afirmou que as áreas mais atingidas pela *F. hepatica* estão localizadas no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, sul de Minas Gerais e Rio de Janeiro. Não obstante, um estudo realizado por Tessele et al. (2013) relataram os principais parasitos encontrados em abatedouros de bovinos localizados em diferentes regiões do Rio Grande do Sul e na cidade de Araguaína, em Tocantins sendo que animais apresentaram fasciolose, 18 localizadas no fígado e três no pulmão. Os casos de fasciolose hepática deste levantamento enquadravam-se na forma crônica da doença, que é a forma mais comum em bovinos (COSTA, 2010; BARROS, 2011). Contudo, a expansão da *F. hepatica* tem demonstrado ser contínua, não se limitando à região Sul, estudos apontam que sua migração é constante e progressiva para o Sudeste e Centro-Oeste do país (OLIVEIRA; REZENDE, 2017).

A hidatidose ou equinococose é uma zoonose causada pelo estágio larval do cestódeo *Echinococcus granulosus*, podendo este estar sob a forma de cisto ou calcificada. A presença de cisto hidático no fígado implica na condenação total da víscera (TESSELE, 2013). Os cistos podem variar de tamanho e podendo ser numerosos em um mesmo órgão.

Em bovinos, os cistos medem cerca de 5 a 10 cm e a forma múltipla é a mais frequente. Com o passar do tempo, ocorre a degeneração do cisto hidático e o mes-

mo se torna inviável, e, nesses casos, observa-se uma massa caseosa e mineralizada no centro do cisto (TAYLOR et al., 2007). De acordo com Moro e Schantz (2009), são reconhecidas seis espécies do gênero *Echinococcus*, sendo quatro delas de maior importância à saúde humana: *Echinococcus oligarthrus* e *E. vogeli*, causam equinococose policística; *E. multilocularis*, causa equinococose alveolar; *E. granulosus*, causa equinococose cística. Destes, *E. granulosus* é o de maior importância, devido sua ampla distribuição, prejuízos à saúde humana e perdas na produção animal (NEVES, 2011).

A hidatidose é uma doença parasitária grave que se caracteriza pela formação de vesículas em diversos órgãos dos animais e de humanos (FORTES, 1997). Tem causado grandes prejuízos econômicos, principalmente para os frigoríficos além de representar um importante problema de saúde pública (FRUET et al. 2013).

A fasciolose e a hidatidose são enfermidades de grande importância sanitária e econômica, visto que são responsáveis pela condenação de vísceras, principalmente, e carcaças de bovinos, ovinos e suínos. Além disso, todo o serviço de inspeção e programa de autocontrole dessas enfermidades geram gastos adicionais, que são incluídos no preço final do produto. Também se destacam por estarem relacionadas a queda da produtividade e qualidade dos produtos, e em alguns casos levando ao óbito dos animais. Por fim, outra questão, que eleva a importância dessas parasitoses, está relacionada a capacidade de acometer tanto animais como seres humanos, são zoonoses, logo, se não houver a inspeção de carnes, saneamento básico e até mesmo, a educação sanitária da população, essas acabam ocasionando grandes problemas no setor da saúde pública (UEDA, 2017).

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa foi realizada através de dados mensais notificados ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF). Compreendeu entre janeiro de 2014 a dezembro de 2018 no estado de Rondônia. O andamento do estudo deu-se através de uma retrospectiva onde foram utilizados o quantitativo de animais abatidos no estado; total das condenações de fígados; total das condenações ocasionadas por cada uma das doenças especificando o período de ocorrência. Para uma melhor organização os dados foram anexados em planilhas eletrônicas para posterior apresentação dos resultados em tabelas, possibilitando uma análise dos percentuais visando transmitir conhecimento a população acerca dessas doenças, possíveis causas e tratamento com foco em auxiliar de forma direta o

produtor primário para evitar perdas econômicas em carcaças abatidas e contribuir a saúde pública.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados de registro do serviço de inspeção de carcaças de bovinos em frigoríficos, demonstram que no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2018 foram em total 10.632.431 bovinos abatidos e inspecionados (Tabela 1), provenientes de municípios do estado de Rondônia, sendo considerado ambos os sexos e todas as categorias animais, e destes 585.955 apresentaram lesões ou anormalidade hepáticas diagnosticadas na rotina da Linha “E” de inspeção. Constata-se, que a frequência de condenações hepáticas apresentou discreto aumento de 4,25% em 2014 para 6,81 em 2018, porém também aumentou a quantidade de animais abatidos nesse período, onde a porcentagem geral foi de 5,51%.

Tabela 1 - Número de bovinos abatidos, número de fígados condenados e o percentual de condenações no estado de Rondônia entre janeiro de 2014 a dezembro de 2018.

Ano	Número de animais abatidos	Fígados condenados	
		N	%
2014	1.994.487	84.863	4,25
2015	1.881.772	93.280	4,96
2016	2.100.122	118.663	5,65
2017	2.265.927	126.290	5,57
2018	2.390.123	162.859	6,81
Total	10.632.431	585.955	5,51

O percentual é extremamente baixo em relação aos resultados de alguns autores, como Baptista (2008), com 12,7% de condenação para todo o estado do Espírito Santo; Bonesi et al. (2003), Vieira et. al. (2011) com condenação de 43% na região sul do Espírito Santo. Com 6,8% no Oeste e planalto de Santa Catarina; Mendes e Pilati (2007), com 31,7% em Maringá, no Paraná; e Oliveira et al. (2005), com 7,1% em Campos do Goytacazes, no Rio de Janeiro. Segundo Fraga (2008), as discrepâncias quanto às condenações por parasitoses normalmente podem ser atribuídas à distribuição epidemiológica do parasito, e no Espírito Santo a fasciolose é uma parasitose emergente, sendo um problema econômico-social da região sul do estado, chegando a atingir cerca de 20% dos bovinos abatidos. Dessas vísceras condenadas, 67 foram por lesões características de fasciolose (Tabela 2), durante a inspeção post-mortem, realizadas pelos médicos veterinários e/ou seus auxiliares na linha de inspeção. Sendo assim, das condenações hepáticas estudadas, as alterações encontradas com menor frequência foram decorrentes da infecção por *Fasciola hepatica*, resultando em uma prevalência menor que a relatada

por Aleixo et al. (2015), que encontraram uma prevalência de 0,01% em todo o estado de Minas Gerais.

Tabela 2 - Total de fígados condenados e o percentual por fasciolose e hidatidose no estado de Rondônia entre janeiro de 2014 a dezembro de 2018.

Ano	Fasciolose		Hidatidose	
	Unidades	%	Unidades	%
2014	4	0,004	881	1,04
2015	7	0,007	442	0,47
2016	10	0,008	671	0,56
2017	6	0,004	849	0,67
2018	40	0,02	1.377	0,84
Total	67	0,01	4.220	0,72

A fasciolose, teve-se valor encontrado para condenação de fígados, de acordo com Bonesi et al. (2003), de 0,07%, no Paraná, Baptista (2008) obteve 38,6% no Espírito Santo. Mendes e Pilati (2007), em Santa Catarina, relataram média de 18,5% e citaram que os valores acerca dessa parasitose podem variar em razão das condições de manejo em cada região de criação.

Essa diferença de percentual nos estudos realizados em diferentes regiões do Brasil pode ser explicado pela ocorrência da fasciolose bovina ser fortemente influenciada por uma associação de condições climáticas, como nível de precipitação e número de dias chuvosos, com alguns parâmetros ambientais, como o tipo de solo e a presença de áreas alagadiças, sendo esses considerados fatores de risco para a fasciolose e responsáveis pela distribuição espacial desigual da doença (MAS-COMMA et al., 2009; SELEMETAS; WAAL, 2015). Outro fator importante, segundo Beck et al. (1993) é a presença de hospedeiros vertebrados e principalmente pela os moluscos do gênero *Lymnaea*.

A região Norte do Brasil, embora não seja endêmica para a fasciolose, os primeiros registros de limnódeos se deram em 1983 no estado do Amazonas, nos municípios de Benjamin Constant e Manaus, seguido pelo município de Tefé em 1985 (PARAENSE, 1986) e nos últimos anos nesse estado já foram descritos registros nas cidades de Iranduba, Careiro e Coari; além de Rio Branco, Acre e Belém, Pará (MEDEIROS et al., 2017). A hidatidose apresentou 4.220 casos de condenações no mesmo período de estudo, isso demonstra uma maior quantidade com relação à primeira causa das condenações hepáticas estudadas, os dados demonstram que das vísceras condenadas, 0,72 % teve como causa a hidatidose, com amplitude entre 1,04% no ano de 2014 e 0,47 no ano 2015 (Tabela 2). Estas flutuações podem ocorrer em função da idade, manejo dos animais nas

propriedades, e populações de localidades geográficas bem distantes dentro do próprio estado.

Pode-se observar que a sua porcentagem nesse período estudado diminuiu de 1,04 para 0,84 enquanto houve aumento da produção de bovinos e aumento da porcentagem de condenações de carcaça. A prevalência de 0,04 % é consideravelmente baixa se comparado a outros estudos como o de Barzoni et al. (2013) onde relataram a prevalência geral de 8,68% na região do Rio Grande do Sul, e se atribuiu a uma questão epidemiológica, devido ao ovino ter o papel principal como hospedeiro intermediário, porém em nosso estado é escassa a população ovina, sendo apenas os bovinos e suínos que assumem a importância de disseminar a doença.

Os cães das zonas rurais também são responsáveis pela perpetuação do ciclo de vida deste parasito, devido a cultura dos proprietários de alimentarem os cães com vísceras cruas, onde compõe o principal problema para o controle. Apesar de gerar prejuízos econômicos diretos e indiretos, decorrentes da redução de produtividade a inspeção sanitária contribui de uma maneira imensurável com a saúde pública, pois as vísceras condenadas tiveram como destino final a graxaria, local onde são processados os subprodutos e/ou resíduos dos abatedouros frigoríficos que tiveram partes condenadas pela inspeção sanitária, evitando que essas vísceras e demais produtos de origem animal condenados cheguem ao consumidor impedindo assim que importantes zoonoses parasitárias sejam transmitidas através do consumo de produtos de origem animal.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As condenações por fasciolose e hidatidose, no período estudado, apresentaram porcentagem baixas em relação à quantidade total de fígados condenados, o que demonstra que essas doenças causam pouco prejuízo econômico. As baixas ocorrências aqui estudadas se devem às condições climáticas que não favorecem o ciclo evolutivo da fasciolose. Entretanto, a densidade populacional do hospedeiro intermediário deve ser melhor investigada, pois ainda não há informações precisas sobre as espécies de caramujos presentes no estado.

Apesar das doenças fasciolose e hidatidose apresentarem baixas porcentagem de condenação, deve-se dar atenção ao aumento de condenações visto ao término do período de 2018, onde se faz necessário intensificar as medidas higiênico-sanitárias, e a adoção de medidas educativas por meio dos órgãos competentes para diminuir a disseminação dessas doenças visto que muitos proprietários não têm conhecimento para realizar a prevenção e controle. É importante realizar a inspeção

post-mortem, pois além de ser uma ferramenta de extrema valia para monitorar a saúde do rebanho de determinada região, tem também o papel de preservar a saúde pública.

REFERÊNCIAS

ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadora de Carne. Perfil da pecuária no Brasil. **Relatório anual 2018**.

ABÍLIO, F.J.P. & WATANABE, T. Ocorrência de *Lymnaea columella* (Gastropoda: Lymnaeidae), hospedeiro intermediário da *Fasciola hepatica*, para o Estado da Paraíba, Brasil. *Revista Saúde Pública*, **Sao Paulo**, v. 32, n. 2, p. 185-186, 1998.

ALEIXO, M.; FREITAS, D.F.; DUTRA, L.H. et al. *Fasciola hepatica*: epidemiology, perspectives in the diagnostic and the use of geoprocessing systems for prevalence studies. **Semin. Ciênc. Agrar.**, v.36, p.1451-1466, 2015.

BAPTISTA, A.T. **Quantificações das Condenações em Vísceras de Bovinos em 2007 nos Matadouros-frigoríficos do Estado do Espírito Santo registrados no serviço de inspeção estadual**. Universidade Castelo Branco, Instituto Brasileiro de Pós-Graduação Qualittas, 2008.

BARZONI, C. S; MATTOS M. J.; MARQUES S. T. Prevalência de hidatidose bovina na fronteira oeste do Rio Grande do Sul, extremo sul do Brasil (1999-2007). **Revista da FZVA**, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p.79-87, 2013.

BARROS C. S. L. **Fígado, vias biliares e pâncreas exócrino**. In: SANTOS, R.L.; ALESSI A. C. (Ed.). *Patologia Veterinária*. Roca: São Paulo, 2011. p. 183-290.

BECK, A.A.H. Fasciolose. **A Hora Veterinária**, n. 75, p. 65-70, 1993.

BONESI, L.G.; SCALONE, B.C.V.; OKANO, W. Lesões hepáticas em bovinos abatidos em matadouro frigorífico. **Rev. Hig. Alim.**, v.17, p.78-83, 2003.

BORAY, J.C. Experimental fascioliasis in Australia. **Adv. Parasitol.**, v. 7, p. 95-110, 1969. BRASIL. Diário Oficial da União, Brasília, **Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9013.htm>. Acesso em: 24 set. 2018.

CABRERA P.A. et al. Control of *Echinococcus granulosus* in Uruguay: evaluation of different treatment intervals for dogs. **Vet. Parasitol.** v. 103 p. 333-340. 2002.

CALDAS, W.S. et al. Prevalência de *Fasciola hepatica* em bovinos de algumas mesorregiões do Estado de Minas Gerais. In: **Seminário brasileiro de parasitologia veterinária**, Campo Grande-MTS, 1995. p. 140.

CORRÊA, O. Incidência de hidatidose, fasciolose, estefanurose e cisticercose nos rebanhos riograndenses. **Rev. Fac. Agron. Vet.** Porto Alegre, v.7, n.2, p. 137-146, 1965.

COSTA, A.M.C.B. 2010. Fasciolose Bovina: aspectos clínicos e epidemiológicos no Alentejo. **Dissertação de Mestrado Integrado em Medicina Veterinária**, Faculdade

de Medicina Veterinária da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa. 91p. DUTRA, L. H. et al. Mapping risk of bovine fasciolosis in the south of Brazil using Geographic Information Systems. **Veterinary Parasitology**, Philadelphia, v. 169, n. 1-2, p.76-81, abr. 2010.

ECHEVARRIA, F. Fasciolose. **Rev. Bras. Parasitol. Vet.**, v.13, suplemento 1, p. 100-102, 2004.

EUCKART, R.; Zur Entklick Lungsgeschichte des lebergels (*Distomum hepaticum*). **Archiv fur Naturgeschichte**, n.48, p. 80-119, 1882.

FORTES, E. **Parasitologia veterinária**. Porto Alegre: Sulina, 1997. 606 p. FRAGA, J.C.L. **Incidência da fasciolose hepática bovina no Sul do Espírito Santo**. Universidade Castelo Branco, Instituto Brasileiro de Pós-Graduação Qualittas, 2008.

FRANÇA, I. *Fasciola hepatica* em bovinos no Vale do Paraíba. **Boletim do Campo**, Rio de Janeiro, n. 230, p. 21-22, 1969.

FRUET A.P.B. et al. Perdas econômicas oriundas das condenações de vísceras bovinas em matadouros de Santa Maria, Rio Grande do Sul. **Rev. Bras. Ciênc. Vet.**, v. 20 n. 2 p. 99-103. 2013.

GIRÃO, E.S.; UENO, H. Nova técnica de contagem de ovos para o diagnóstico de fasciolose crônica em ruminantes. In: Congresso da sociedade brasileira de parasitologia. Porto Alegre-RS. **Anais...** Porto Alegre, 36p. 1982.

HONER, M.R. Aspectos da epidemiologia da fasciolose in: Seminário nacional sobre parasitoses de bovinos, 1, 1979, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: EMBRAPA/CNPQC, 1979. 386p.

LUTZ, A. Sobre a ocorrência da *Fasciola hepatica* no Estado do Rio de Janeiro. **Bol. Inst. Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 9-13, 1921.

MAS-COMA, S.; VALERO, M.A.; BARGUES, M.D. Climate change effects on trematodiasis, with emphasis on zoonotic fascioliasis and schistosomiasis. **Vet. Parasitol.**, v.163, p.264-280, 2009.

MEDEIROS, I. A. R.; GASPAROTTO, A. S. R.; PAIM, M. P. PREVALÊNCIA DE FASCIIOSE EM BOVINOS ABATIDOS EM UM MATADOURO NA REGIÃO DA FRONTEIRA OESTE. **Anais da 13ª Mostra de Iniciação Científica Congrega Ur-camp-ISBN: 978-85-63570-44-4**, 2017.

MENDES, R.E.; PILATI, C. Estudo morfológico de fígado de bovinos abatidos em frigoríficos industriais sob inspeção estadual no Oeste e no planalto de Santa Catarina, Brasil, Santa Catarina. **Cienc. Rural**, v.37, p.1728-1734, 2007.

MORO, P. L.; SCHANTZ, P. M; Echinococcosis: a review. **International Journal of Infectious Diseases**, Hamilton, v. 13, n. 2, p. 125-133, Mar. 2009.

NEVES, P. **Parasitologia humana**. 12. ed. São Paulo: Atheneu, 2011. 264 p.

OLIVEIRA, I. et al. Ocorrência de condenações nas linhas de inspeção em matadouros frigoríficos de bovinos no município de Campos de Goytacazes - R.J. In: congresso latino-americano de higienistas de alimentos, Búzios-RJ **Anais...** RJ: Editora, 2005.

OLIVEIRA, D.M; REZENDE, P.O. *Fasciola hepatica*: ecologia e trajetória histórico-geográfica pelo Brasil 2017. **Estação Científica (UNIFAP)**, Macapá, v. 7, n. 2, p. 09-19, 2017.

PARAENSE, W.L. *Lymnaea columella*: two new Brazilian localities in the states of Amazonas and Bahia. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 81, n. 1, p. 121-1233, 1986.

QUEIROZ, V.S. et al. *Fasciola hepatica* (Trematoda, Fasciolidae): estudo epidemiológico nos municípios de Bocaiúva do Sul e Tunas do Paraná (Brasil). **Acta Biol. Paranaense**, Curitiba, v. 31, n. 12-3-4, p. 99-111, 2002.

REZENDE, H.E.B. Retrospectiva da Fasciolose Bovina no Brasil. In: Seminário nacional sobre parasitoses de bovinos. Campo Grande, MTS. **Anais...EMBRAPA/CNPGC**, p. 133-143, 1979.

RIBEIRO, P.A. Incidência das causas de rejeição de bovinos abatidos no Brasil Central-prejuízos causados pelas mesmas nos anos de 1946-47. **Rev. Fac. Méd. Vet.**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 167-183, 1949.

SELEMETAS, N.; WAAL, T. Detection of major climatic and environmental predictors of livers fluke exposure risk in Ireland using spatial cluster analysis. **Vet. Parasitol.**, v. 209, p. 242-253, 2015.

TAYLOR, E. L. La fascioliasis y el distoma hepático. F.A.O. **Estud. Agr.** n. 64, p. 1-250, 1965.

TESSELE, B; BRUM, S.J; BARROS, L.S.C. Lesões parasitárias encontradas em bovinos abatidos para consumo humano. **Pesq. Vet. Bras.** v. 33, n. 7, p. 873-889, 2013. UEDA, N.A.E. et al. **Importância econômica e sanitária da fasciolose e hidatidose.** XIII Semana Acadêmica de Medicina Veterinária e IX Jornada Acadêmica de Medicina Veterinária 23 a 26 de outubro de 2017 – CCA/UEM/Umuarama-PR.

UENO, H.; GUTIERRES, V.C.; MATTOS, M.J.T.; MULLER, G. Fascioliasis problems in ruminants in Rio Grande do Sul, Brazil. **Vet. Parasitol.**, v. 11, p. 185-191, 1982.

UNGAR B.L, BURRIS J.A, QUINN CA, FINKELMAN F.D. New mouse models for chronic *Cryptosporidium* infection in immunodeficient hosts. **Infect Immun**, v. 58, p. 961-969, 1990.

VIEIRA, N.P. et al. Condenação de fígados bovinos na região sul do estado do Espírito Santo. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.63, p.1605-1608, 2011.

CAPÍTULO 13

TOXIINFECÇÃO ALIMENTAR POR SOROVARES DE *SALMONELLA* E SUA CORRELAÇÃO COM SURTOS DE SALMONELOSE FACE AOS SISTEMAS DE CONTROLE MICROBIOLÓGICO

*FOOD TOXIINFECTION BY *SALMONELLA*
SOROVARS AND ITS CORRELATION WITH
SALMONELLA OUTBREAKS AGAINST
MICROBIOLOGICAL CONTROL SYSTEMS*

Carla Gravel da Costa Osta

DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.13

RESUMO

A ocorrência de doenças transmitidas por alimentos tem sido foco de discussões nos últimos anos. Alguns produtos de origem animal estão envolvidos por apresentarem características favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos. Devido à expansão dos mercados de consumo, globalização econômica, alterações dos hábitos alimentares e aumento no consumo de alimentos industrializados ou produzidos fora do lar favoreceram consideráveis mudanças no perfil epidemiológico dessas doenças, que no Brasil, correspondem a um número considerável de casos de morbimortalidade. O presente artigo refere-se a um estudo de revisão literária com utilização de artigos científicos disponíveis em bases de dados, livros e manuais, sobre toxiintoxicação alimentar por sorovares de *Salmonella* e sua correlação com surtos de salmonelose face aos sistemas de controle microbiológico. A *Salmonella* é uma bactéria que atinge tanto o homem como o animal, sendo a principal causa de surtos de toxinfecção alimentar, dentre elas, a Salmonellose que tem como sinais e sintomas diarreia, vômitos e gastroenterocolite. Sua presença em alimentos é um relevante problema de saúde pública, exteriorizando-se pelas suas características de endemicidade, alta morbidade, e, sobretudo, pela dificuldade de adoção de medida no seu controle. Este estudo tem como objetivo: conhecer o mecanismo de infecção da bactéria; os alimentos mais veiculados com surtos de salmoneloses e sistemas de monitoramento e controle. A bibliografia apontou que a *Salmonella* não pode ser totalmente eliminada, porém com o apoio dos órgãos de Saúde Pública e adoção e implementação de métodos e processos de controle microbiano pode-se prevenir a contaminação em alimento.

Palavras-chave: *Salmonella*. Contaminação. Endemicidade. Programas de controle.

ABSTRACT

The occurrence of foodborne illnesses has been the focus of discussions in recent years. Some products of animal origin are involved because they have favorable characteristics for the development of microorganisms. Due to the expansion of consumer markets, economic globalization, changes in eating habits and increased consumption of processed foods or food produced outside the home favored considerable changes in the epidemiological profile of these diseases, which in Brazil corresponds to a considerable number of cases of morbidity and mortality. This article refers to a literature review study using scientific articles available in databases, books and manuals, on food poisoning by *Salmonella* serovars and its correlation with salmonellosis outbreaks in the face of microbiological control systems. *Salmonella* is a bacterium that affects both humans and animals, being the main

cause of outbreaks of food poisoning, including Salmonellosis, which has signs and symptoms of diarrhea, vomiting and gastroenterocolitis. Its presence in foods is a relevant public health problem, manifested by its characteristics of endemicity, high morbidity, and, above all, by the difficulty in adopting measures to control it. This study aims to: know the bacteria infection mechanism; the most common foods with outbreaks of salmonellosis and monitoring and control systems. The bibliography pointed out that *Salmonella* cannot be totally eliminated, but with the support of Public Health agencies and the adoption and implementation of microbial control methods and processes, it is possible to prevent contamination in food.

Keywords: *Salmonella*. Contamination. Endemicity. Control programs.

1 INTRODUÇÃO

A ocorrência de doenças transmitidas por alimentos tem sido foco de discussões nos últimos anos. Alguns produtos de origem animal estão envolvidos por apresentarem características favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos. Devido à expansão dos mercados de consumo, globalização econômica, alterações dos hábitos alimentares e aumento no consumo de alimentos industrializados ou produzidos fora do lar favoreceram consideráveis mudanças no perfil epidemiológico dessas doenças, que no Brasil, correspondem a um número considerável de casos de mortalidade.

A *Salmonella* é uma bactéria entérica distribuída amplamente na natureza, com ocorrência de sorotipos regionais, responsável por graves intoxicações alimentares, dentre elas, a Salmonelose, sendo um dos principais agentes envolvidos em surtos registrados em vários países. A maioria dos sorotipos dos gêneros e espécies de *Salmonella* são patógenos ao homem, apresentando diferenças entre sintomatologia em decorrência da variação no mecanismo de patogenicidade, além da idade e da resposta imune do hospedeiro. Sua presença em alimentos é um relevante problema de saúde pública, exteriorizando-se pelas suas características de endemicidade, alta morbidade, e, sobretudo, pela dificuldade de adoção de medida no seu controle.

A maioria dos quadros de salmonelose transcorre sem a necessidade de hospitalização e sem o isolamento do agente causal no alimento incriminado, já que a ocorrência na população humana transmitida por alimentos é provavelmente subestimada. A subnotificação pelos serviços de vigilância epidemiológica é uma realidade mundial, devido às falhas no sistema de fiscalização. Além da importância das medidas preventivas para evitar o risco de infecção, o controle desta doença, é de grande interesse para a economia dos países em que ocorrem surtos.

Em função dos riscos que esse importante patógeno representa para o consumidor, o objetivo dessa revisão é promover uma descrição do tema *Salmonella* e sua complicação para a saúde face aos sistemas de controle.

2 DESENVOLVIMENTO

A demanda por produtos de qualidade e produzidos higienicamente tem se evidenciado nos últimos tempos e o interesse pela questão da segurança alimentar é crescente em todo o mundo. Diante disso, as doenças de origem alimentar, tem sido motivo de crescente preocupação dos órgãos de saúde pública.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que possuem um Sistema de Informação em Saúde Abrangente, dão conta que as doenças de origem alimentar afetam cerca de seis a oito milhões de pessoas, causando um número considerável de mortes ao ano. No Brasil, apesar das limitações do sistema de informação, aborda-se o registro de que a intoxicação alimentar causou a internação de 26.588 pessoas no ano de 1997, sendo que estas cifras assumem um papel ainda maior se atentar-se para o fato de que aconteceram cerca de 652.206 internações por doença infecciosa intestinal, as quais causaram 7.543 mortes, no mesmo período. Entre 2007 e 2014 foram notificados 450 surtos de doenças veiculadas por alimentos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014). Quando estes dados são analisados conforme a faixa etária, observa-se que crianças menores de cinco anos respondem por elevado número de internações por toxinfecção alimentar, bem como por doença infecciosa intestinal, na qual, essas internações decorrem de um padrão extenso de óbitos. Certamente, a expressiva parcela destas ocorrências é decorrente da contaminação alimentar que alertam sua importância como causa de doença, internação e morte e apontam para a questão fundamental que a segurança alimentar assume dentro da saúde pública.

A epidemiologia das doenças de origem alimentar tem sofrido muitas alterações com o reconhecimento de novos patógenos bem como o aumento na prevalência de outros, associado a novos alimentos como veículos de contaminação. Vários fatores têm sido relacionados à sua emergência e entre eles as grandes concentrações demográficas, as mudanças ambientais, a industrialização dos alimentos, as mudanças dos hábitos alimentares, o grande fluxo da população, a adaptação microbiana, o desenvolvimento econômico e a falta de apoio aos órgãos de Saúde Pública são considerados os mais importantes. Entretanto, em todo o mundo, a produção de alimentos tem se tornado cada vez mais complexa com frequência, a matéria-prima é fornecida por diferentes países e o alimento é processado através de uma ampla variedade de técnicas. DANTAS, SOUZA & RÉGIS (2008, p. 155).

Segundo CASWELL (*apud* NALÉRIO et al., 2008, p. 123) a questão da segurança do alimento tem sido amplamente discutida, principalmente nos países desenvolvidos, pelos setores públicos e privado, assim, como consumidores, visando disponibilizar para a população, alimentos que não sejam prejudiciais à saúde. Mesmo com grandes inovações tecnológicas nas várias fases das cadeias produtivas dos diferentes alimentos, tem sido notada a ocorrência de surtos de toxinfecção alimentar de forma crescente, o que é preocupante. Os dados apresentados pelo MINISTÉRIO DA SAÚDE (2014) enfatizam que nos Estados Unidos e na Europa, os casos de contaminação de alimentos por bactérias, vírus e parasitas triplicou nos últimos dez anos, sendo, quem uma visão geral, apenas uma pequena parcela dos casos de intoxicações estão registrados nos bancos oficiais dos sistemas da Vigilância Sanitária, evidenciando o problema mundial de sub-notificação, pois os surtos registrados geralmente são aqueles que envolvem um maior número de pessoas ou aqueles que apresentam sintomas mais prolongados ou severos. Ressalta-se que nos Estados Unidos, o Center for Disease Control and Prevention e o Food and Drug Administration (FDA) registraram que entre seis a 33 milhões de pessoas adoecem todos os anos em decorrência do consumo de alimentos contaminados com microrganismos patogênicos.

As doenças de origem alimentar ou doenças transmitidas por alimentos (DTA's) inicialmente são originadas por alimentos que parecem normais, possuindo odor e sabor normais. Como o consumidor não está consciente dos problemas potenciais envolvidos com alimentos, quantidades significativas são ingeridas, proporcionando que doses infectivas de microrganismos sejam excedidas, tornando as pessoas doentes. Todavia, é difícil rastrear o alimento responsável pelas toxinas ocorridas, uma vez que o consumidor dificilmente informa quais alimentos poderia estar inadequados em suas últimas refeições (FURLANETO, LACERDA & CERQUEIRA-CAMPOS, 2006, p. 57).

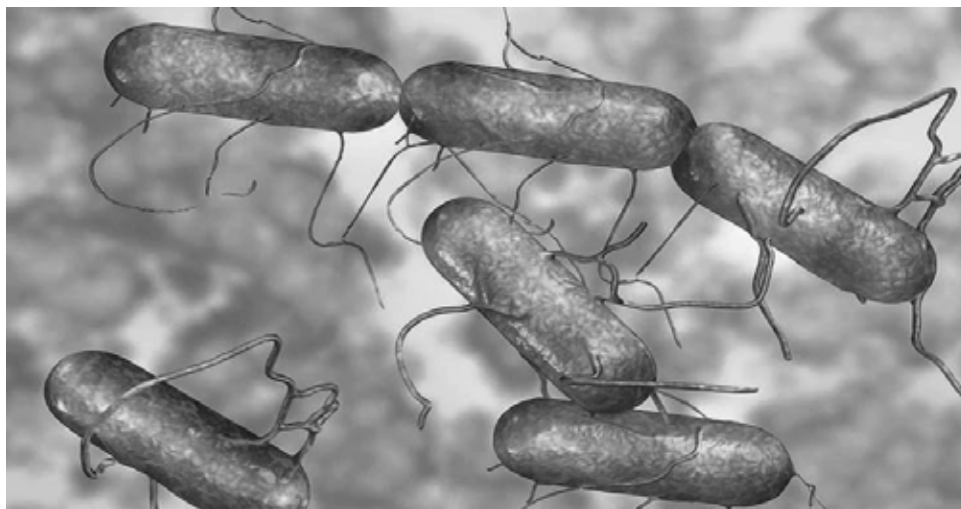
Contudo, as populações de patógenos que causam DTA de maior importância para a segurança dos alimentos não são estáticas e apesar dos esforços significativos por todas as partes envolvidas, ainda há um número considerável de DTA e novos desafios com os micro-organismos emergentes. Nesse contexto, ressalta-se um microrganismo causador de doença transmitida por alimento, que embasa um complexo problema de saúde pública, devido às elevadas taxas de complicações e mortalidade que o mesmo vem causando à população humana: a *Salmonella*.

"A nomenclatura das *Salmonellas* é complexa e controversa, dividindo o gênero em subgêneros, espécies, subespécies, grupos e sorovares, causando certas limitações de interpretação." (LIMA, 2007, p. 147).

Conforme ressaltado por FORSYTHE (2002, p. 162), a *Salmonella* constitui um grupo de microrganismos infecciosos, os quais são caracterizados em se multiplicar

no trato gastrointestinal humano. Sendo assim, o microrganismo é designado como gênero da família *Enterobacteriaceae*, caracterizados como Gram-negativos anaeróbios facultativos, os quais não formam esporos, possuindo forma de bastonetes curtos.

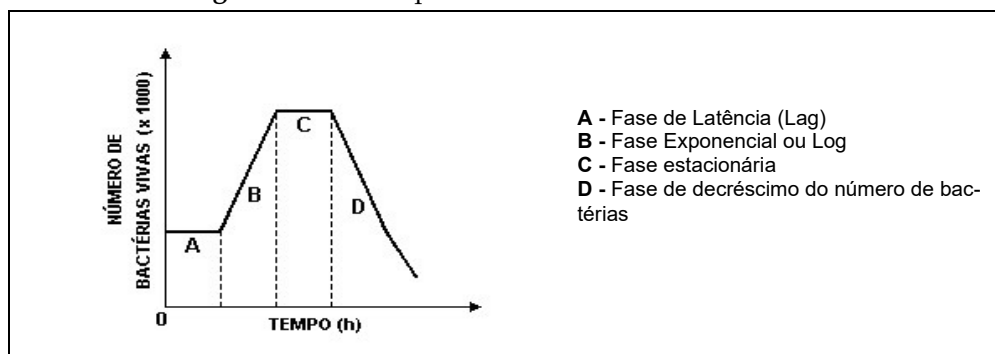
Figura 1 - Reprodução de Salmonella



Fonte: FDA - Sponsors Food Safet Innovation Challenge (2014).

Ressalta-se ainda que a maioria das espécies seja geralmente móveis, com flagelos peritríquos, formando ácido e na maioria das vezes, gás a partir da glicose, excetuando-se os sorovares *S. gallinarum*, *S. pullorum* e *S. typhi*. Entretanto, a *Salmonella* fermenta a glicose, produzindo ácido e gás, porém é incapaz de metabolizar lactose e sacarose, sendo assim, sua adaptabilidade fisiológica é demonstrada por sua habilidade para proliferar em valores de pH entre 7.0 e 7.5 e atividade hídrica ($A_h \geq 0,94$) ocorrendo variações entre sorovares. A temperatura ótima de crescimento é cerca de 5°C , sendo a maioria, resistentes à fatores ambientais. Vale ressaltar que como o microrganismo não formam esporos são relativamente termossensíveis, podendo ser destruídos a 60°C , por 15 a 20 minutos, conforme é demonstrado em sua curva de crescimento e evolução na figura 2.

Figura 2 - Curva Típica de Crescimento de Salmonella



Fonte: Ministério da Saúde, 2014.

Salienta-se que o gênero *Salmonella* contém cerca de 2.510 linhagens diferentes, as quais são denominadas ainda como sorovares ou sorotipos, diferenciáveis pelos seus antígenos O, H e Vi, utilizando o esquema Kaufmann-White. Esses sorotipos são divididos em sorogrupos de acordo com os fatores antigênicos comuns, sendo importante enfatizar que na atualidade o gênero está constituído de duas espécies geneticamente distintas: *S. entérica* e *S. bongori* sendo que a primeira está dividida em seis subespécies, que receberam as seguintes denominações citadas na tabela 1.

Tabela 1 - Distribuição do número de sorovares de acordo com espécie e subespécie de *Salmonella*

Espécies/Subespécies	Sorovares
<i>Salmonella entérica</i> subsp. <i>Entérica</i>	1490
<i>Salmonella entérica</i> subsp. <i>Salamae</i>	500
<i>Salmonella entérica</i> subsp. <i>Arizonae</i>	94
<i>Salmonella entérica</i> subsp. <i>Diarizonae</i>	320
<i>Salmonella entérica</i> subsp. <i>Houtenae</i>	72
<i>Salmonella entérica</i> subsp. <i>Indica</i>	12
<i>Salmonella bongori</i> subsp.	22

Fonte: Instituto Oswaldo Cruz - FIOCRUZ, 2011.

“Cabe enfatizar que a subespécie *S. enterica* apresenta maior número de sorovares, sendo responsável por 99% dos isolamentos.” (BARROW & FELTHAM, 1993, p. 23). Quanto à sua composição, possui estrutura complexa de lipopolissacarídeo (LPS), a qual origina o antígeno O, sendo que o número de repetições de unidades e a composição de açúcar variam consideravelmente no LPS da *Salmonella* e são de vital importância no que se refere aos estudos epidemiológicos. Os açúcares são antigênicos e, portanto, podem ser utilizados imunologicamente para identificar *Salmonellas* isoladas, porém, é o sorotipo isolado que auxilia os estudos epidemiológicos, traçando o vetor das infecções causadas. Entretanto, as caracterizações posteriores são necessárias para estudos epidemiológicos, as quais incluem perfis bioquímicos e fagotipagem.

Ressalta-se ainda que alguns sorotipos fossem nomeados inicialmente de acordo com o local onde foram isolados primeiramente, como *S. Dublin* e *S. heidelberg*, (que causa a febre tifóide em camundongos). Porém, a bactéria *S. typhi* e a *paratifóide* são, normalmente, septicêmicas e produzem febre tifóide ou doenças semelhantes em humanos (LIMA, 2007, p. 149).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, uma doença de origem alimentar é uma doença, geralmente de natureza infecciosa ou tóxica, provocada por agentes que entram no corpo através da ingestão de alimentos ou de água (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2007).

A ocorrência dessas doenças destaca-se cada vez mais no país, acometendo principalmente crianças e adolescentes quando comparado com adultos, caracte-

rizando-se em uma proporção abrangente. HOLFER, FILHO & REIS (1997, p. 55), retratam que a Salmonelose é a doença infecciosa provocada pelo grupo de bactérias do gênero *Salmonella*, a qual se caracteriza como sendo uma zoonose de grande importância e apresenta-se como um desafio para a saúde pública, em razão da elevada endemicidade, alta morbidade e, acima de tudo, pela dificuldade do seu controle, na qual esse desafio resulta do extraordinário número de fontes de infecção, envolvendo praticamente todo o escalão dos vertebrados, alguns dos quais, fonte de proteína animal para o homem. Contudo, os sintomas característicos da Salmonelose incluem: diarreia, náuseas, dor abdominal possivelmente causando quadros de gastroenterocolite aguda, febre branda e calafrios e, algumas vezes, vômitos, dor de cabeça e fraqueza. O período de incubação antes da doença é de cerca de 16 a 72 horas, sendo que a enfermidade é, normalmente, auto-limitante, persistindo durante 2 a 7 dias. A pessoa infectada excreta grande quantidade de *Salmonella* pelas fezes durante o período da doença, na qual, o número nas fezes decresce, porém, em alguns casos excepcionais (portadores assintomáticos), geralmente persiste por até três meses. Os microrganismos penetram por via oral, invadindo a mucosa intestinal, com disseminação para a submucosa, resultando no quadro de gastroenterocolite aguda como forma mais grave. Normalmente, o quadro diarreico é moderado, sem a presença de sangue, entretanto, em alguns quadros clínicos, pode ocorrer perda de pequeno volume de fezes associado a tenesmo e sangue. Seu transporte, através do sistema retículo endotelial, aliado à capacidade de multiplicação no interior dos macrófagos, possibilita sua manutenção e disseminação no organismo. Indivíduos subnutridos ou com deficiências do sistema imune podem apresentar infecções de extrema gravidade, como a incidência de bacteremia em pacientes aidéticos, dos quais 20% a 60% relatam infecção gastrintestinal prévia. Em relação às consequências crônicas, artrites reativas pós-enterais e síndrome de *Reiter*, podem continuar por até três a quatro semanas após o início dos sintomas agudos, sendo que no caso artrite reativa, a mesma pode ocorrer em cerca de 2% dos casos. Quanto à dose infecciosa, HOLFER, FILHO & REIS (1997, p. 57), também afirmam que a mesma varia de acordo com a idade e a saúde da vítima, com alimento e ainda com a linhagem da *Salmonella*, podendo variar de 20 até 10 sextos células, porém, em pacientes imunocomprometidos, têm sido observadas doses $\leq 10^3$ para alguns sorovares. Entretanto, deve-se salientar que os primeiros 50 ml de líquidos ingeridos passam diretamente através do estômago para o intestino delgado e, portanto, ficam protegidos do ambiente ácido do estômago. Sendo assim, acredita-se que alimentos como chocolate podem proteger a *Salmonella* durante sua passagem pelo estômago, fato que acaba por reduzir a dose infecciosa. Salienta-se ainda que a enfermidade seja causada pela passagem no lúmen e penetração de cé-

lulas de *Salmonella* no epitélio do intestino delgado, onde se multiplicam, a seguir, a bactéria invade o íleo e até mesmo o cólon. Contudo, a infecção causada, propicia uma resposta inflamatória.

Para LIMA (2007, p. 149), os alimentos que, eventualmente, estejam contaminados por microrganismos causadores de doenças, ao serem ingeridos, permitem que os patogênicos ou os seus metabólitos invadam os fluídos ou os tecidos do hospedeiro causando algumas conseqüências graves. Uma ampla variedade de alimentos contaminados é associada às Salmoneloses, incluindo produtos agrícolas não processados, carne bovina crua, aves domésticas, ovos, leite e derivados, peixes, camarões, pernas de rã, fermentos, cocos, molhos e temperos para salada, misturas para bolo, sobremesas recheadas e coberturas com cremes, gelatina desidratada, manteiga de amendoim, cacau e chocolate. Entretanto, a contaminação do alimento ocorre devido ao controle inadequado de temperatura, de práticas de manipulação ou por contaminação cruzada de alimentos crus com alimentos processados, na qual, o microrganismo se multiplica no alimento até atingir a dose infecciosa. Além das cascas de ovos, as gemas também podem ser contaminadas por *S. enteritidis* por meio de infecção transovariana. DANTAS, SOUZA & RÉGIS (2008, p. 159), explicam que o organismo proveniente do ânus percorre o corpo até colonizar os ovários, e sendo assim, logo após, a *S. enteritidis* infecta o ovo antes da formação da casca protetora. Dessa forma, um ovo não-fecundado infectado resulta em produtos derivados de ovos contaminados, enquanto aqueles que forem fecundados resultam em uma ave cronicamente enferma, com infecção sistêmica que, conseqüentemente, originará carcaças contaminadas.

Muitas doenças podem causar as mesmas manifestações que a Salmonelose, sendo o diagnóstico, na maior parte das vezes, associado à história alimentar recente. Segundo LIMA (2007, p. 151), a comprovação de que as manifestações clínicas são causadas pela Salmonela só pode ser feita pela identificação do germe nas fezes da pessoa infectada, sendo útil somente nos casos mais graves, em que a administração de antibiótico se faz necessária. Contudo, este teste usualmente não é realizado em um exame comum de fezes, sendo necessária uma instrução específica ao laboratório para a procura do germe nas fezes. Entretanto, uma vez identificado pode ser realizada a cultura das fezes para a determinação do tipo específico e qual antibiótico deve ser utilizado para tratamento.

Uma análise, segundo estudos recentes retratam que em relação aos sintomas apresentados na Salmonelose, o quadro de diarreia e gastroenterocolites vêm abrangendo cada vez mais, principalmente entre crianças. Diversos autores apontam para alguns fatores que mais tem contribuído para tal fato – a industrialização e o desenvolvimento tecnológico na área alimentícia com conseqüente

centralização dos processos de preparação, aumento da escala de produção e alcance da distribuição podem proporcionar grandes surtos de doença de origem alimentar (CANDEIAS et al., 2005, p. 89; LIMA, 2007, p. 152; NALÉRIO et al., 2007, p. 125).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo estudo realizado pela Secretaria de Estado da Saúde (São Paulo) revelou-se que 64% dos surtos de diarreia aguda por contaminação com bactérias do grupo *Salmonella* no Estado de São Paulo são causados pela ingestão de ovos crus ou mal cozidos e de alimentos a base de ovos. De acordo com o levantamento realizado com base em 199 surtos ocorridos entre 6,2 mil casos de diarreia e gastroenterocolites de 1999 a 2007, 27% dos surtos foram relacionados ao consumo de pratos a base de ovos, como coberturas de bolos, mousses, maioneses caseiras, tortas, salgados e lanches, por exemplo. As contaminações causadas pela ingestão direta de ovos crus ou mal cozidas totalizaram 37% e aquelas ocorridas após consumo de alimentos em restaurantes, lanchonetes, padarias ou outros estabelecimentos comerciais que servem comida chegaram a 34%. Entretanto, o consumo em casa foi responsável por 22% dos surtos e em festas e eventos, 14% (TEIXEIRA, 2008, p. 119). Contudo, o consumo de frutas e vegetais frescos apresentaram um aumento significativo nas últimas décadas em consequência ao desenvolvimento tecnológico que permitiu uma produção em maior escala e distribuição mais extensiva, tornando-se mais acessíveis a uma população muito maior, na qual, estes alimentos são mais susceptíveis à contaminação, não só durante o cultivo, como também no armazenamento e distribuição e quando consumidos *in natura*. Entretanto, tem havido um aumento constante da população imunodeprimida em consequência da infecção pelo HIV, idade avançada e maior sobrevida às doenças crônicas, sendo este grupo, mais susceptível às infecções e vulneráveis ao desenvolvimento de quadros mais graves (SHINOHARA et al., 2008, p. 05).

Faz-se importante evidenciar que, o sorotipo predominante causador de infecções alimentares mudou nas últimas décadas de *S. agona*, *S. hadar* e *S. typhimurium* para a atual *S. enteritidis* sendo que, de fato, um fagotipo (PT4) de *S. enteritidis* é causa predominante de Salmonelose em diversos países LIMA (2007, p. 154).

Pode-se evidenciar que, as alterações nos sorotipos refletem mudanças na criação do animal e a disseminação de novos sorotipos devido ao aumento do comércio mundial. LIMA (2007, p. 156), retrata que a *S. typhi* e *S. paratyphi* A, B e C, produzem a febre tifóide e doenças assemelhadas em humanos. Um enfoque é que essa febre se designa em uma doença que causa riscos à saúde humana, uma vez que o microrganismo multiplica-se no tecido submucoso do epitélio do íleo e propaga-se no corpo via macrófagos. A seguir, vários órgãos internos, como o baço e o fígado, tornam-se infectados, na qual, a bactéria infecta a vesícula biliar, o fígado e, finalmente

o intestino utilizando a bile como meio de transporte. Porém, se o organismo não progride além da vesícula biliar, a febre tifóide não se desenvolverá. Mesmo assim, a pessoa pode continuar a excretar o microrganismo nas fezes. Sendo assim, a febre tifóide se estabelece através das manifestações dos sintomas evidenciados através de febre alta, letargia, câibras abdominais, cefaleia, perda de apetite, contudo podem surgir também, erupções cutâneas achatadas, de coloração rósea.

Ressalta-se ainda que a taxa de fatalidade da febre tifóide é de 10%, enquanto a de outras Salmoneloses é de menos de 1%. Todavia, um pequeno número de pessoas se recupera da febre tifóide, porém continua a excretar as bactérias nas fezes. *S. typhi* e *S. paratyphi* entram no corpo por meio de alimentos e bebidas que podem ter sido contaminados por pessoas que estavam excretando o microrganismo pelas fezes (TEIXEIRA, 2008, p. 120).

Segundo dados do MINISTÉRIO DA SAÚDE (2014) muitos casos de Salmoneloses não são notificados, pois seus sintomas são geralmente parecidos com gripe. É sabido que apenas um pequeno número de casos de enfermidades causadas por alimentos é notificado aos órgãos de inspeção de alimentos, de controle às agências de saúde. Isso se deve, em parte, ao fato de que muitos patógenos presentes em alimentos causam sintomas brandos, e a vítima não busca auxílio médico. Dessa forma, para evitar toxinfecções alimentares, os patógenos de ingredientes devem ser identificados e controlados. Entretanto, os programas de controle microbiológico devem ser implantados, sendo monitorados quanto à sua eficácia, além de serem revisados e modificados sempre que necessário. Como um exemplo de sistemas de controle, pode-se citar o caso de *Salmonella* na Suécia. Nos anos 50, ocorreu na Suécia um grave surto de infecção alimentar que causou cerca de nove mil casos e 90 mortes. Como resultado, houve a implementação de um programa efetivo de controle de *Salmonella*. Atualmente, a *Salmonella* é encontrada em menos de 1% dos produtos de origem animal para o consumo humano produzido em todo o país, uma vez que o programa estipulou a realização de relatórios compulsórios de todos os casos de infecções e as medidas de eliminação subsequentes.

Os casos de Salmonelose no mundo ainda são preocupantes. Segundo estudo realizado por CARRIQUE-MAS & DAVIES (2008, p. 82), na Europa, ocorreram 227 surtos de Salmonelose no período de 199 a 2006, sendo que o sorovar *enteritidis* foi identificado em 87,0% e 89,8% das cepas isoladas de pacientes e de alimentos envolvidos nesses surtos, respectivamente, sendo que 47,0% dos surtos ocorridos nesse período foram causados por alimentos elaborados à base de ovos. Esse resultado pode ser comparado ao encontrado por SILVA (*apud* FERNANDES et al., 1992, p. 776), que segundo a análise feita nos Estados Unidos, 219 surtos de Salmonelose ocorreram no período de 1986 a 1990, nas quais, o sorovar *enteritidis* foi identificado em 83% das cepas isoladas.

Na pesquisa realizada por CABRAL (*apud* FERNANDES et al., 1992, p. 776), no Japão, também no período de 1986 a 1990, em 70 amostras de derivados cárneos, a *Salmonella spp.* foi isolada em 7,14% das amostras analisadas, sendo que, do total de amostras positivas, 80% foram provenientes de linguças de carne suína, 10% de linguça mista frescal e 10% de carne bovina moída congelada.

Em 1993, um surto alimentar, ocorrido em uma escola no Japão, afetou 211 crianças. Os dados epidemiológicos levantados pelo órgão competentes evidenciaram que o alimento consumido foi um tipo de patê (mistura de molho de maionese preparada com ovos crus de batata cozida), passado em pão, na qual a análise de material biológico e de restos de alimentos revelou a presença de *S. enteritidis* (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013). Todavia, os casos de Salmonelose no Brasil, também são alarmantes. Conforme os dados do MINISTÉRIO DA SAÚDE (2013), nos últimos cinco anos, o Brasil registrou 1049 surtos de infecção por *Salmonella*. Desse total, 477 foram causados especificamente pelo consumo de ovos ou maionese caseira contaminados, principais meios de veiculação da bactéria. Para evitar e sua propagação, um trabalho de vigilância tem sido realizado pelas vigilâncias de saúde.

Durante o período de 1962 a 1991, o Laboratório de Enterobactérias do Departamento de Bacteriologia do Instituto Oswaldo Cruz - FIOCRUZ recebeu 2210 amostras suspeitas de *Salmonella*. Os resultados encontrados no estudo são apresentados na tabela abaixo (tabela 2).

Tabela 2 - Distribuição Geográfica das Salmonelas Isoladas no período de 1962 a 1991

Origem	Número	Percentual (%)
Ceará	09	0,42
Pernambuco	22	1,03
Bahia	118	5,55
Goiás	13	0,61
Distrito Federal	06	0,28
Minas Gerais	584	27,50
Espírito Santo	04	0,18
Rio de Janeiro	64	3,01
São Paulo	176	8,29
Paraná	93	4,38
Santa Catarina	1032	48,61
Rio Grande do Sul	02	0,09
Total	2123	99,95

Fonte: OMS, 2007.

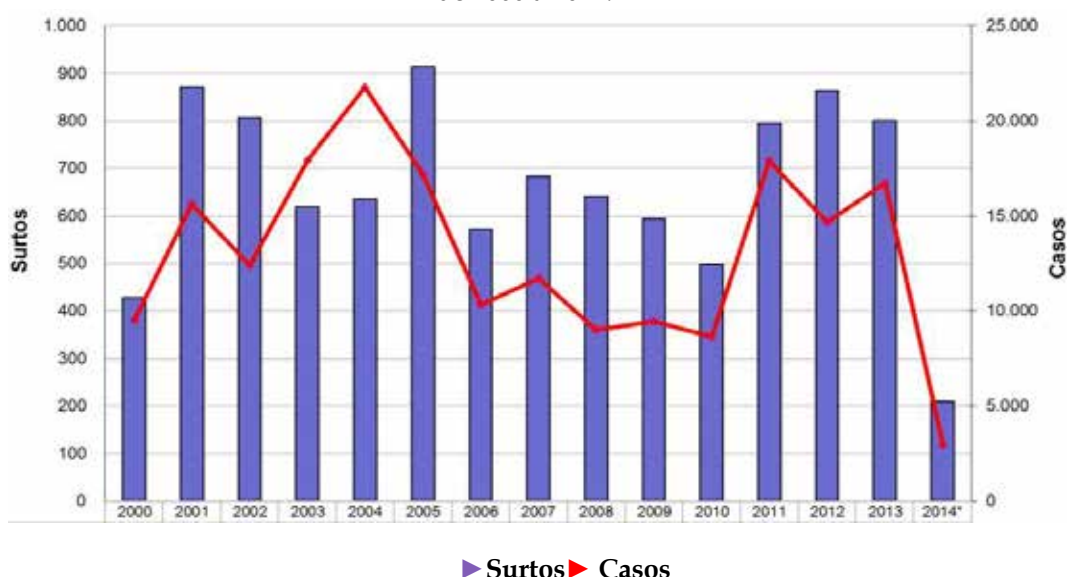
Como podemos analisar, houve maior incidência de *Salmonellas* isoladas no Estado de Santa Catarina, e, menor incidência no Rio Grande do Sul. Contudo, no Brasil, até o presente momento, não foi detectado nenhum surto de infecção por

Salmonella por grande magnitude, como os surtos multi-estaduais, ao quais passam de um Estado para o outro, relatado na literatura (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014).

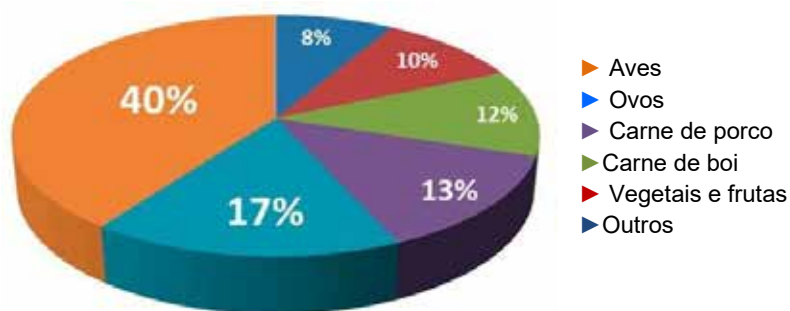
No nosso País, os estudos socioeconômicos sobre a segurança dos alimentos são incipientes e não existem informações precisas mostrando a ocorrência de doenças transmitidas por alimentos. Paradoxalmente, pode-se supor que no País o sistema de controle de alimentos e microbiológico não está operando de modo eficaz, dado que se convive frequentemente com surtos de doenças transmitidas por alimentos. No Estado de São Paulo, por exemplo, a Secretaria de Saúde publicou uma lista parcial de surtos que ocorreram entre 1994/1995 (ALVES et al., 2005, p. 93).

Esses dados, suficientemente retratam o agravo dos casos de surtos estabelecidos em todo País, e, conforme ressaltado de GELLI (*apud* LIMA, 2007, p. 159) a *Salmonella* foi um dos principais problemas, observando-se nesse período 27 surtos com 2.364 pessoas adoecidas e 2 vítimas fatais. Em geral, ela é considerada a mais importante das doenças transmitidas pelos alimentos, pois leva mais a população a óbito do que as infecções causadas por outros microrganismos. “Entretanto, a Salmonelose não é um problema exclusivamente brasileiro, visto que outros Países também o enfrentam” (SALLES, 2008, p. 430; TESSARI, 2008, p. 44; NAVAS et al., 2000, p. 124). Já os dados apresentados pelo Ministério da Saúde entre os anos de 2000 a 2014 mostram evidencialmente que os números de toxinfecções alimentares ultrapassaram os números da pesquisa acima citada conforme estabelecido no gráfico 1.

Gráfico 1 - Número de surtos e casos de intoxicação alimentar por Enterobactérias no Brasil, no ano de 2000 a 2014.



Em relação à mesma pesquisa foram citados pelo Ministério da Saúde os alimentos associados a surtos de *salmonella*, conforme exemplificado no gráfico 2.

Gráfico 2 - Alimentos associados a surtos de *Salmonella* no Brasil no ano de 2000 a 2014.

Na infecção por *Salmonella*, frequentemente não é necessário tratamento, sendo suficientes as medidas de suporte e conforto ao paciente. Segundo FORSYTHE (2002, p. 163), após este período, a vítima fica recuperada, podendo permanecer ainda por algum tempo um hábito intestinal irregular. Caso o paciente se torne severamente desidratado ou a infecção se difunda do intestino para outras regiões do organismo, medidas terapêuticas devem ser tomadas, incluindo a hospitalização. Contudo, pessoas com diarreia severa devem ser reidratadas através de administração endovenosa de soro, sendo que, os casos graves, em que a infecção se difunde, devem ser tratados com antibióticos.

O uso terapêutico extensivo de agentes microbianos tem produzido, por pressão seletiva, linhagens bacterianas resistentes às drogas. Este fato associado ao aumento progressivo do grupo de susceptíveis tem promovido um maior número de indivíduos infectados por microrganismos resistentes, com quadros clínicos mais graves e que requerem mais hospitalização e por tempo mais prolongado (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014).

Neste contexto, nota-se que a preocupação atual é o aumento de sorotipos multiresistentes a antibióticos. Para HOLFER, FILHO & REIS (1997, p. 60), uma linhagem de *S. typhimurium* DT 104 resistente à ampicilina, ao clorofenicol, à estreptomina, às sulfonamidas e às tetraciclina (tipo R ACSSuT) foi isolada em 1984. Esse microrganismo foi isolado de carne bovina, de aves, ovelhas, porcos e cavalos. As terapias de antibióticos são realizadas extensivamente para o combate de infecções causadas por *S. typhimurium* em animais, e a evolução de linhagens resistentes aos antibióticos mais comumente utilizados têm causado infecções com *S. typhimurium* em alimentos de origem animal difíceis de controlar, uma vez que a principal rota pela qual os humanos contraem infecções é o consumo de uma grande quantidade de alimentos de origem animal contaminados. A resistência à ciprofloxacina, o qual se designa como um antibiótico bastante importante tem sido notado com maior frequência em *S. hadar* (39,6%), comparada com outras linhagens de *Salmonella typhimurium* de fezes de doentes hospitalizados por diarreia, resistentes à ampicilina, clorafenicol, estreptomina, sulfas e tetraciclina, sendo que algumas cepas eram também resistentes à trimetoprimeciprofloxacina. Entretanto, os autores associam

este encontro ao consumo de alimentos contaminados e derivados de animais que são submetidos ao contato com antimicrobianos. Neste quesito, é de suma importância ressaltar que muitos países estão monitorando a ocorrência de resistência aos antimicrobianos e estabelecendo diretrizes, tanto de maneira voluntária quanto regulatória, para controlar seu aumento. Todavia, o controle da *Salmonella* é atingido por meio de vários mecanismos: o requerimento para sua ausência (< 1 célula de *Salmonella* em 25g de alimento) em alimentos prontos para o consumo, controle de temperatura durante a estocagem e uma etapa de processamento (cozimento) que elimine a *Salmonella* de carnes cruas. Enfim, no Brasil, vários projetos estão sendo desenvolvidos para conhecer a epidemiologia da infecção e desenvolver estratégias de controle microbiológico, sendo que esses estudos necessitam de técnicas de identificação das bactérias nos materiais provenientes do campo, a exemplo das fezes. O método padrão de detecção de *Salmonella* é o isolamento bacteriológico, porém, este requer de três a sete dias para confirmar um resultado. Entretanto, medidas profiláticas como métodos de cocção, pasteurização do leite, escolha dos alimentos, bem como a higiene dos mesmos, assepsia das mãos e cuidado com répteis domésticos, tornam-se fundamental importância na sua prevenção, atuando também como sucinto processo de controle.

4 CONCLUSÃO

Diante dos dados encontrados na literatura fica evidente que a infecção alimentar por *Salmonella* constitui em importante causa de mortalidade, com elevados custos econômicos. O conhecimento que hoje se tem das características dos microrganismos e dos métodos ou processos de controle microbiano permite ser rigorosamente aplicado, produzir alimentos com grande qualidade microbiológica e, portanto, seguros, do ponto de vista sanitário, para os consumidores. Os incidentes que, eventualmente, ocorram será resultado de uma deficiente aplicação dos métodos de controle microbiano, ou, porventura, de deficientes condições de armazenamento ou conservação dos alimentos. Para entender e procurar garantir a segurança dos alimentos é necessário intensificar os estudos socioeconômicos relativos a essa problemática, sendo que as pesquisas sobre análise do conhecimento dos riscos alimentares dos diversos agentes da cadeia produtiva, atualmente visa fundamentar ações educativas. Contudo, torna-se fundamental discutir as diferentes abordagens terapêuticas, analisando-se criticamente suas indicações e a necessidade de políticas de saúde, incluindo disponibilidade de técnicas diagnósticas e medicamentos que garantam uma qualidade de assistência médica adequada, salientando a importância do controle do processo e/ou processamento desse tipo de alimento, bem como necessidade de intensificação da vigilância sanitária oficial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. et al. Surto alimentar por *Salmonella enteritidis* no Noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 89-94, abr./mai., 2005.

BARROW, G. I.; FELTHAM, R. K. A. Cowan and steel's manual for the identification of medical bacteria. **Third edition edited and revised by, Cambridge University Press**, n. 1, p. 02-129, abr./mai., 1965/1963.

CANDEIAS, J. A. N. et al. Pesquisa de enterobactérias e enterovírus em crianças normais e com quadros diarreicos agudos. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 89-90, nov./dez., 2005.

CARRIQUE-MAS, J. J.; DAVIES, R. H. *Salmonella enteritidis* in commercial layer flocks in Europe: legislative background, on-farm sampling and main challenges, **Brazilian Magazine as of Expertise Avícola**, v. 10, n. 1, p. 78-84, jan./mar., 2008.

DANTAS, R. A.; SOUZA, A. C. A.; RÉGIS, L. F. Estudo de prevalência de *Salmonella spp.* em ovos não inspecionados na cidade de Salvador, Bahia. **Ciências Agrárias**, Salvador, v. 20, n.3, p.154-163, mai./jun., 2008.

FERNANDES, S. A. et al. Marcadores epidemiológicos de *Salmonella typhimurium* e *Salmonella agona*. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 776, mar./abr., 1992.

FORSYTHE, Stephen J. Microrganismos causadores de doenças de origem alimentar. **Microbiologia de Segurança Alimentar - Artmed**, Porto Alegre, p. 162-164, 2002.

FURLANETTO, S. M. P.; LACERDA, A. A.; CERQUEIRA-CAMPOS, M. L. Pesquisa de alguns microrganismos em saladas com maionese adquiridas em restaurantes, lanchonetes e "rotisseries". **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 16, n. 6, p. 57-60, nov./dez., 2006.

HOLFER, E.; FILHO, S. J. S.; REIS, E. M. F. Prevalência de sorovares de *Salmonella* isoladas em aves no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 55-62, abr./jun., 1997.

LIMA, J. L. Proliferação de *Salmonella* no Brasil. **Ciência e Saúde**, Porto Alegre, v. 17, n. 3, p. 147-160, mai./jun., 2007.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE (SVS). Vigilância epidemiológica das doenças transmitidas por alimentos no Brasil, 1999 – 2013. Boletim Eletrônico Epidemiológico, ano 4, nº 11, 2013. **Disponível em:** <<http://www.saude.gov.br/svs>>. Acesso em: 03 de maio de 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE (SVS). Vigilância epidemiológica das doenças transmitidas por alimentos no Brasil, 2000 – 2014. Boletim Eletrônico Epidemiológico, ano 5, nº 12, 2014. **Disponível em:** <<http://www.saude.gov.br/svs>>. Acesso em: 05 de maio de 2016.

NALÉRIO, T. P. S. et al. *Salmonella spp.* em derivados cárneos comercializados na cidade de Pelotas – RS. **Revista Brasileira de Infectologia**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 122-129, mai./jun., 2007.

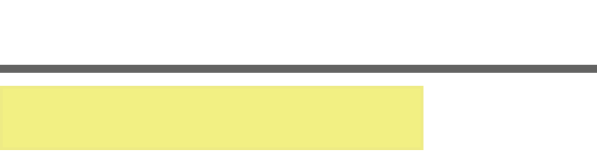
NAVAS, M. R. et al. Sorovares de *Salmonella* em carne de equídeos abatidos no nordeste do Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 122-124, abr./mai., 2000.

SALLES, R. P. R. et al. Monitoramento bacteriológico para *Salmonella spp.* em poedeira comercial na recria e produção de empresas avícolas na região metropolitana de Fortaleza – CE, Brasil. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n.2, p. 427-432, abr./mai., 2008.

SHINOHARA, N. K. S. et al. *Salmonella spp.*, importante agente patogênico veiculado em alimentos. **Ciência Saúde Coletiva**, São Paulo, v. 13, n. 5, p. 01-08, set./out., 2008.

TEIXEIRA, K. A. Toxinfecção alimentar por *Salmonella*, em um evento científico, São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 114-121, jun./jul., 2008.

TESSARI, E. N. C. et al. Ocorrência de *Salmonella spp.* em carcaças de frangos industrialmente processados, procedentes de explorações industriais do Estado de São Paulo, Brasil. **Ciência Rural**, v. 20, n. 5, p. 42-44, mai./jun., 2008.



CAPÍTULO 14

PRINCIPAIS HELMINTOSES DE PEIXES DE PRODUÇÃO NO BRASIL: REVISÃO DE LITERATURA

MAIN HELMINTOSES OF FISH IN PRODUCTION IN BRAZIL: LITERATURE REVIEW

*Wilson Gómez Manrique¹
Nicolas André Caetano Rodrigues²
Mayra Araguaia Pereira Figueiredo³*

DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.14

1 Grupo de Pesquisa e Extensão em Sanidade Aquícola – GRUPESA, Laboratório de Sanidade Aquícola - LABSA. Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Rondônia, Campus Rolim de Moura. Programa de Pós-graduação da Rede Bionorte, wilson.gomez@unir.br, <https://orcid.org/0000-0003-3097-3770>, <http://lattes.cnpq.br/1697765782130464>.

2 Discente do Curso de Medicina Veterinária. Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Rondônia, Câmpus Rolim de Moura.

3 Laboratório de Parasitologia, Entomologia e Biologia Molecular voltado à Saúde Única-LAPEMSU. Departamento de Medicina Veterinária e Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Rondônia, Câmpus Rolim de Moura, mayra.araguaia@unir.br, <https://orcid.org/0000-0002-5809-8878>, <http://lattes.cnpq.br/0400550473507828>.

RESUMO

A piscicultura no Brasil é o setor da agropecuária que mais vem se destacando e crescendo nas últimas décadas. Através de políticas públicas obteve-se a formação de um ambiente favorável para a inovação e implantação de tecnologias que contribuíram para o aumento da produção de peixe. No ano de 2017 a produção no Brasil cresceu 8% em relação a 2016, onde foram produzidas 691.700 toneladas de peixes cultivados. Para continuar com este crescimento é importante a implantação de boas práticas de manejo a fim de evitar a infestação/infecção de parasitos. As parasitoses são as enfermidades mais importantes na piscicultura e estão ligadas ao erro de manejo, qualidade da água e das condições ambientais. Dentre os principais parasitos que se observa em condições de cultivos se destacam os helmintos, onde se incluem endoparasitos conhecidos como cestoides, nematoides e acantocéfalos. O estudo dos helmintos que parasitam os peixes é muito importante, pois proporciona informações a respeito do hábito e habitat dos hospedeiros, assim como nos dá entendimento sobre a distribuição, prevalência e especificidade dos helmintos, podendo assim efetuar medidas profiláticas. Nesse contexto, o presente estudo teve por finalidade realizar uma revisão bibliográfica sobre as principais helmintoses de peixes de produção no Brasil.

Palavras-chave: Helminto. Infecção. Infestação. Piscicultura. Profilaxia.

ABSTRACT

Fish farming in Brazil is the sector of agriculture and livestock that has been most prominent and growing in recent decades. Through public policies the creation of a favorable environment for the innovation and implantation of technologies that contributed for the increase of the production of fish was obtained. In 2017, production in Brazil grew 8% in relation to 2016, where 691,700 tons of farmed fish were produced. To continue this growth, it is important to implement good management practices in order to avoid infestation of parasites. Parasitoses are the most important diseases in fish farming and are linked to management error, water quality and environmental conditions. Among the main parasites observed in crop conditions, helminths stand out. This includes endoparasites known as cestodes, nematodes, and acanthocephals. The study of helminths that parasitize the fish is very important because it provides information about the habit and habitat of the hosts, as well as gives us an understanding about the distribution, prevalence and specificity of the helminths, being able to carry out prophylactic measures. In this context, the present study aimed to perform a bibliographic review through updated information on the main helminthes of fish production in Brazil.

Keywords: Helminth. Infection. Infestation. Pisciculture. Prophylaxis

1 INTRODUÇÃO

No Brasil a agricultura vem passando por constantes transformações ao longo das décadas, onde através de políticas públicas obtivemos a formação de um ambiente favorável para a inovação e implantação de tecnologias que contribuíram para o aumento da produção agropecuária. Mostrando em várias regiões do Brasil um crescimento da produtividade, sendo este crescimento observado na aquicultura, que é uma atividade de cultivo de organismos que vivem e se desenvolvem no meio aquático.

Em comparação com as outras atividades agropecuárias, a aquicultura, contribui de forma consistente para a produção mundial de alimentos, a piscicultura que consiste na produção de peixes em ambiente controlado, vem se mostrando uma atividade promissora e de ótimos resultados, gerando renda e contribuindo para a produção de proteína animal de qualidade.

O Brasil ganha destaque na produção de peixes, por possuir características que favorecem a implantação de pisciculturas como disponibilidade abundante de água, e espécies de peixes nativos que se mostraram de alto potencial para a produção em cativeiro.

A piscicultura por ter como finalidade o cultivo de grande quantidade de peixes em um ambiente reduzido, contribui para disseminação de algumas doenças que podem ser ocasionadas por fatores ambientais ou por agentes como bactérias, vírus, fungos e endoparasitos como os helmintos, tendo como destaque os cestóides, nematóides e acantocéfalos, que representam uma das principais causas das perdas econômicas na produção de pescado.

Com base nas grandes perdas que os helmintos ocasionam na piscicultura, esta revisão de literatura tem como objetivo descrever as principais helmintoses que acometem os peixes de produção do Brasil, descrevendo características anatômicas, ciclo de vida dos helmintos e patogenicidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Principais endoparasitos de peixes de água doce

Os endoparasitos que acometem os peixes de água doce podem apresentar diferenças nas composições dependendo da espécie de hospedeiro, do ambiente em que este se enquadra, da idade, do tamanho, sexo e outros fatores (DIAS et

al., 2004). Os helmintos por invadirem órgãos como fígado, gônadas, mesentério e musculatura são patogênicos para os peixes. Diversos parasitos infectam o pescado, porém existem alguns helmintos que necessitam de uma atenção maior pois são capazes de afetar a saúde humana (GRAÇA; MACHADO, 2007). Dentre os principais parasitos que se observa em condições de cultivos se destacam os helmintos do Filo Platyhelminthes, Filo nematoda e Filo acanthocephala (OLIVEIRA, 2014).

2.1.1 Filo Platyhelminthes

Os parasitos cestoides apresentam em sua morfologia três porções: na primeira porção, na parte anterior, se observa a escólex que é adaptada para adesão e possui as estruturas de fixação, como, ventosas, acetábulo, bótrias ou botrídias, rostelo, ganchos e probóscides (PALUDO, 2016). Segunda porção é observado o colo onde estão presentes células germinativas que dão origem a novas proglótides (PASETO, 2011). A terceira porção o estróbilo e neste se localizam as proglótides. As proglótides podem se apresentar em três fases, imaturas onde os órgãos sexuais não estão completamente desenvolvidos, maduras com os órgãos femininos e masculinos desenvolvidos e gravídicos contendo inúmeros ovos embrionados em seu interior (FIGUEIREDO, 2017),

Esta classe é exclusivamente endoparasita, são encontrados no intestino de peixes, possui características como corpo segmentado, achatados dorso-ventralmente e seu tamanho é variável, podendo ter poucos milímetros ou vários metros de comprimento (ROCHA et al., 2014). Os cestoides não possuem trato digestório, isso faz com que eles procurem o intestino delgado que possui alimentos pré-digeridos pelo hospedeiro para fazer a absorção dos nutrientes (LIBÓRIO, 2011). O grupo mais característico dos cestoides é a Ordem Proteocephalidea também conhecida como “tênia dos peixes” e possui como hospedeiro definitivo peixes teleósteos de água doce, assim como aves, mamíferos e o homem, tendo importância na saúde pública (PASETO, 2011).

Existem espécies cultivadas na piscicultura que apresentam uma suscetibilidade a infecções por estes parasitos como o caso do pintado. Os adultos se localizam no lúmen intestinal ou cecos pilóricos destes peixes, e as larvas são encontradas nas vísceras (FRANCESCHINI, 2012).

Existe diferenças no processo de formação dos ovos dos cestoides o que vai depender do grupo de Cestoda e da espécie, mas de um modo geral os ovos irão conter estruturas semelhantes, como uma oncosfera dotado de três pares de gan-

chos, a membrana que envolve a oncosfera denominada embrióforo e o revestimento externo do ovo (OKUMURA et al., 1999).

2.1.1.1 Ciclo de vida dos parasitos do Filo Platyhelminthes

O ciclo de vida dos cestóides que acometem os peixes é indireto, contendo algumas diferenças de uma espécie para outra, porém de modo geral os cestóides necessitam de um hospedeiro intermediário para o desenvolvimento das formas larvares que na maioria das vezes são microcrustáceos, chamados copépodas, estes ingerem ovos embrionados que foram liberados no ambiente (ANDRADE et al., 2001). Os ovos dos cestóides rompem a casca e o embrião é liberado e penetra a barreira intestinal do hospedeiro intermediário, se desenvolve para forma larval denominada metacestóides, permanecendo neste hospedeiro intermediário até que ele seja ingerido por um peixe ou mamífero seu hospedeiro definitivo (MELO, 2014).

Apenas quando o peixe ingere o microcrustáceo parasitado as larvas no processo de digestão são liberadas, migrando pelo tubo digestivo e vão se encistar em tecido conjuntivo, musculatura, órgãos internos e víceras onde vão crescer e se tornar pleurocercoide e continuam seu desenvolverem para adultas (BATAIER et al., 2009). Uma situação que pode ocorrer é que durante a fase em que o cestóide se encontra dentro do seu hospedeiro intermediário o copépoda, este pode ser predado por um hospedeiro paratênico, neste caso o cestóide não se desenvolve, não completando seu ciclo aguardando este hospedeiro paratênico ser ingerido por um peixe maior ou ave que seja seu hospedeiro definitivo e assim completar seu desenvolvimento (NEVES, 2018).

2.1.1.2 Patogenicidade em peixes

A patogenicidade é causada pelas formas larvares e adultas. Sendo que as larvas encontradas em número elevado no intestino dos peixes irão reduzir a capacidade de absorção de nutrientes, podem também causar um quadro de hemorragia que pode ou não se agravar para uma inflamação (CAMPOS, 2006). Já as formas adultas apresentam-se menos patogênicas, retiram os seus nutrientes diretamente do lúmen intestinal. Quando ocorrem em alta densidade podem ocasionar infecção e causar obstrução e danos na parede intestinal que são causadas pelos órgãos de fixação dos cestóides (FRANCESCHINI, 2012).

2.1.2 Filo Nematoda

Fáceis de serem identificados pois possuem um formato cilíndrico com extremidades afiladas (Figura 10), possuem dimorfismo sexual, ocorre em peixes em sua

forma larval ou adulta, outras características a serem observadas na identificação é o formato e o tamanho do corpo, ornamentação da cutícula, tamanho do esôfago, forma da cauda, tamanho e formato das espículas e o número de papilas caudais presentes nos machos (FIGUEIREDO, 2017). O adulto é encontrado comumente no trato gastrointestinal e as larvas podem ser encontradas encistadas nos músculos, fígado, cavidade visceral, superfície de vísceras e intestino (OLIVEIRA, 2014).

2.1.2.1 Ciclo de vida

Possuem ciclo de vida considerado complexo envolvendo hospedeiros intermediários, paratênicos e definitivos. O ciclo tem início com as fêmeas dos nematoides fazendo a liberação dos ovos, que são eliminados para o ambiente junto com as fezes do hospedeiro definitivo (ROSAR, 2017).

Os ovos no meio aquático ocorre o desenvolvimento do embrião para larvas de segundo estágio (L2), que eclodem e se movimentam na água até serem ingeridas pelo hospedeiro intermediário que são inúmeras espécies de crustáceos, a L2 dentro do hospedeiro intermediário irá se desenvolver para larvas de terceiro estágio (L3) (ROCHA et al., 2016) uma vez que o crustáceo parasitado com a larva L3 é ingerido por algum peixe, esta larva irá migrar penetrando nos tecidos deste hospedeiro, onde irá se encistar e aguardar este hospedeiro ser ingerido por um hospedeiro definitivo que pode ser peixes maiores de água doce, ou peixes marinhos, uma vez que são ingeridos pelo hospedeiro definitivo ela se desenvolve no trato gastrointestinal, tendo amadurecimento sexual.

O homem se infecta quando ingere o hospedeiro definitivo parasitado com a larva no terceiro estágio (L3). As L3 são larvas pequenas possuindo de 9 a 36 mm, apresentam esôfago, intestino, ventrículo, cutícula estriada uma projeção na parte anterior em forma de dente (REIS, 2014). Existem algumas exceções como o caso dos nematóides da família Cucullanidae e da espécie *Rondonia rondoni* que são espécies monoxênicas e comumente relatadas em pacus, onde os próprios peixes são hospedeiros intermediários, paratênicos ou definitivos o ciclo de vida é direto (REIS, 2014).

Alguns nematoides parasitos de peixes que podem ser transmitidos ao homem, como os pertencentes à família Anisakidae, que apresentam importância na saúde pública, sendo que determinadas espécies de peixes são hospedeiros intermediários ou paratênicos possuindo as larvas em estágio L3, estas se localizam nas serosas viscerais e podem fazer migração para musculatura se encistam e, se eventualmente o peixe cru ou mal cozido for ingerido pelo ser humano, este se infecta,

o que pode resultar em perfurações gastrintestinais, quadros obstrutivos e reações alérgicas (LUQUE, 2004).

2.1.2.2 Patogenicidade em peixes

Peixes que são infectados por nematoides apresentam atrofia, necrose, fibrose e inflamação do fígado, dilatação dos vasos sanguíneos, hemorragia do tubo digestório e obstrução da luz intestinal (BARROS, 2006). Já quando apresentam larvas não são muito patogênicas, porém elas ficam encistadas no mesentério, musculatura e outros órgãos, e causam um aspecto repugnante o que leva a perdas do ponto de vista econômico já que não é bem aceito pelo consumidor final (REIS, 2014).

2.1.3 *Filo Acanthocephala*

Acantocéfalos possuem próximo de 1.100 espécies, sendo que metade dessas parasitam peixes, que podem ser de cultivo ou da natureza (DIAS; MARIANO, 2015). É formado por helmintos que são exclusivamente endoparasitos do intestino de vertebrados. Hoje se tem conhecimento de nove espécies que acometem os peixes amazônicos, sendo duas espécies observadas parasitando o tambaqui, o *Echinorhynchus jucundus*, da família Echinorhynchidae e *Neoechinorhynchus buttnerae*, da família Neoechinorhynchidae (MALTA et al., 2001).

Os acantocéfalos adultos podem apresentar algumas variações da sua coloração que pode variar do branco para o creme, entretanto dependendo do conteúdo intestinal do hospedeiro, podem apresentar coloração diferente. Seu tamanho é variado podendo ter entre 1 mm a 60 mm, dependendo da espécie, podem possuir corpo cilíndrico alongado, coberto por cutículas espessas e pregueadas transversalmente (ROSAR, 2017).

Apresentam na sua região anterior uma estrutura característica chamada de probóscide que apresenta ganchos e que pode ser retraída pelo helminto, que se fixa na parede intestinal do peixe provocando lesões no epitélio (SANTOS et al., 2013). Os acantocéfalos não apresentam tubo digestório e absorvem o alimento ingerido pelo hospedeiro definitivo, onde algumas espécies migram pelo intestino em resposta à disponibilidade de alimentos. Diferentes espécies escolhem porções distintas do intestino para se alojar, no caso de *N. buttnerae*, os parasitos são encontrados tanto no intestino anterior quanto no médio e posterior, apresentando uma alta infecção em tambaquis (CHAGAS et al., 2016).

2.1.3.1 Ciclo de vida

Possuem ciclo de vida indireto, e uma capacidade adaptativa que o faz parasitar todas inúmeros vertebrados. Essa parasitose possui importância, tendo em vista que o homem pode fazer parte do ciclo, e algumas espécies podem infecta-lo demonstrando assim uma importância na saúde pública (ROSAR, 2017).

Seu ciclo de vida possui o envolvimento de vários hospedeiros. Os helmintos adultos estão presentes no intestino do hospedeiro definitivo o peixe, onde se reproduzem, os ovos fertilizados são liberados pelo hospedeiro definitivo para o meio ambiente (CHAGAS et al., 2016). Nos ovos está presente a larva acantor que é a forma infectante, que são ingeridos pelo hospedeiro intermediário que na maioria das vezes é um crustáceo (anfípode, copépode, isópode ou ostracoda) (THATCHER, 2006).

Dentro do hospedeiro a larva é liberada e se aloja no hemocelo e se desenvolve para acantela e continua sua evolução até a fase cistacanto, neste momento o cistacanto já possui a probóscide formada e invaginada. A partir desta etapa ele se torna infectante para o hospedeiro definitivo o peixe, quando este crustáceo parasitado for comido pelo hospedeiro final adequado, no caso o peixe, o cistacanto remove sua parede, eveste a probóscide perfura a parede do intestino e então se alimenta, cresce e desenvolve seus órgãos sexuais acasala e assim repete seu ciclo (NABI et al., 2015).

2.1.3.2 Patogenicidade

Infecções por acantocéfalos podem ocasionar lesões que nem sempre serão tão prejudiciais, no entanto o grau de gravidade da lesão está relacionado diretamente com a densidade parasitária no intestino do peixe, altos níveis parasitários irão levar a condições patológicas sérias. A probóscide é utilizada para fixação do helminto a parede intestinal do peixe, os ganchos presentes nesta estrutura provocam perfurações na parede intestinal ocasionando inflamação extensa e danos ao tecido, levando a uma redução da área de absorção de nutrientes, afetando a saúde do peixe (VENTURA et al., 2017).

2.2 Medidas profiláticas e tratamento de peixes parasitados

Profilaxia são medidas que tem como finalidade melhorar o bem-estar e assim aumentar a imunidade dos animais para que tenham proteção em uma futura exposição a patógenos (PIZZOLATTI, 2000). Esta profilaxia pode ser programada de forma que se faça o devido controle de patógenos, manejando de maneira adequado os

tanques. Mantendo um controle contínuo da qualidade da água, pH, temperatura, quantidade de amônia, densidade populacional são medidas profiláticas eficazes no controle de muitas enfermidades (TAVARES-DIAS et al., 2013). Um fator importante a se considerar é o transporte adequado de peixes para se evitar a transmissão de patógenos, caso tenha um animal já parasitado executar a quarentena, esta deve ser realizada em um tanque separado do tanque de cultivo, sendo importante para se realizar tratamentos e observações após o transporte (RODRIGUES; AZEVEDO, 2017).

Segundo CAMPOS et al. (2014) as helmintoses apresentam risco maior para os peixes jovens, com isso uma forma profilática que tem mostrado bons resultados é o uso de vitaminas que melhoram a imunidade dos peixes, vitamina C e E tem efeito nos peixes promovendo diminuição do estresse, o que melhora a seu sistema imune e ajuda na redução de parasitoses.

Se preconiza realizar o tratamento apenas quando se confirma a presença dos parasitos nos peixes, pois a saúde do animal pode ser prejudicada durante as ações terapêuticas sem necessidade, ocasionando estresse nos animais (FIGUEIREDO; LEAL, 2008). As formas mais comuns de se aplicar tratamentos em pisciculturas, são: produtos incorporados na ração, banhos de imersão, tratamentos tópicos e remanejamento. Uma vez confirmada a presença de parasitos em uma piscicultura o tratamento deve ser de caráter emergencial, para se combater rapidamente estes agentes e assim evitar as altas mortalidades dos peixes (VIANA, 2004).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As helmintoses ocasionam complicações em seus hospedeiros que geram desequilíbrio do seu estado geral de saúde. Dentro da piscicultura os helmintos ocasionam perdas difíceis de serem observadas de forma rápida, para serem tomadas medidas eficazes, tendo em vista que os animais parasitados não demonstram qualquer sintomatologia facilmente observável, principalmente pelos proprietários que na maioria das vezes não possuem um conhecimento sobre tais endoparasitos.

Uma vez que estes helmintos parasitam os peixes em um cultivo, se disseminam de forma rápida por ter um grande volume de animais em um mesmo espaço, e os gastos para eliminar estes endoparasitas são altos, não sendo na maioria das vezes viável para o produtor gastar esforços para o controle de tais parasitos, o que resulta na eliminação de 100% dos peixes para ser feito um vazio sanitário e desinfecção das instalações, gerando perdas econômicas.

Diante do exposto é de extrema importância, o conhecimento sobre as principais helmintoses que acometem os peixes de produção, para que desta forma seja realizadas as medidas profiláticas corretas a fim de se evitar a proliferação de tais parasitos, mantendo um manejo adequado, adquirindo alevinos de locais com procedência, mantendo a qualidade da água da alimentação, para se evitar qualquer estresse aos animais que possa contribuir para a manifestação de qualquer patologia. É importante estar atento na sanidade desses peixes, de modo que os mantenham livres de helmintoses pois estes endoparasitos apresentam riscos à saúde humana.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, S.M.S.; MALTA, J.C.O.; FERRAZ, E. Fauna parasitológica de alevinos de matrinxã, *Brycon cephalus* (Günther, 1869) coletados nos rios Negro e Solimões, na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, v. 31, n. 2, p. 263-273, 2001.
- BATAIER, M.N.; TOZZETTI, D.S.; NEVES, M.F. Anisakiose. *Revista científica eletrônica de medicina veterinária* v. 7, p. 1-6, 2009.
- BARROS, L.A; MORAIS FILHO, J; OLIVEIRA, R.L. Nematóides com potencial zoonótico em peixes com importância econômica provenientes do rio Cuiabá. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, v. 13, n. 1, p. 55-57, 2006.
- CAMPOS, C.M; RODRIGUES, R.A; OLIVEIRA, C.A.L; NUNEZ, A.L; FANTINI, L.E; USHIZIMA, T.T. Permanganato de potássio como agente terapêutico no controle de *Epistylis* sp. em cachara *Pseudoplatystoma reticulatum* e seus efeitos na hematologia. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*, 40(2): 157 – 166, 2014.
- CAMPOS, C.F.M. Fauna parasitária e alterações teciduais em três espécies de peixes dos rios Aquidauana e Miranda, Pantanal Sul Mato-Grossense. Tese de doutorado. Jaboticabal – SP 2006. 116 p.
- CHAGAS, E.C; MACIEL, P.O; JERONIMO, G.T; DIAS, M.T; PEREIRA, L.S.A; MARTNS, M.L; PÁDUA, S.B. Acanthocefalose, *Revista Panorama da Aquicultura*. v. 158, p. 1-8, 2016.
- DIAS, M.T; MARIANO, W.S. *Aquicultura no Brasil: Novas Perspectivas*. São Carlos-SP: Pedro & João Editores. v. 1, 2015.
- DIAS, P.G.; FURUYA, W.M.; PAVANELLI, P.G.; MACHADO, M.H.; TAKEMOTO, R. M. Carga parasitária de *Rondonia rondoni*, Travassos, 1920 (Nematoda, Atractidae) e fator de condição do armado, *Pterodoras granulosus*, Valenciennes, 1833 (Pisces, Doradidae). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 26, n. 2, p. 151-156, 2004.
- FIGUEIREDO, B.N.S. Caracterização morfológica e molecular de helmintos de piaui coletados na bacia do Rio Tocantins. 2017. 74 f. Tese (Doutorado em produção animal). Universidade Federal de Tocantins. Araguaiana-TO 2017.
- FRANCESCHINI, L. Infecções parasitárias e microbianas na produção do pacu *Piaractus mesopotamicus* e do híbrido patinã procedentes da região noroeste do estado

de São Paulo. 2012. 99 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Instituto de Biociências. Botucatu 2012.

FIGUEIREDO, H.C.P.; LEAL, C.A.G. Tecnologias aplicadas em sanidade dos peixes. Revista Brasileira de zootecnia. v. 37. p. 8-14, 2008.

GRAÇA, R.J.; MACHADO, M.H. Ocorrência e aspectos ecológicos de metazoários parasitos de peixes do Lago do Parque do Ingá, Maringá, Estado do Paraná. Acta Scientiarum. Biological Sciences, v. 29, n. 3, p. 321-326, 2007.

LUQUE, J.L. Biologia, epidemiologia e controle de parasitos de peixes. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, v.13, n. 1, p. 161-164, 2004.

LIBÓRIO. R.A. Diagnóstico de zoonoses causadas por nematóides, trematóides e cestóides em animais de produção no Estado do Tocantins. Dissertação, ARA-GUAÍNA - TO 2011.

MALTA, J.C.O.; GOMES, A.L.S.; ANDRADE, S.M.S.; VARELLA, A.M.B. Infestações maciças por acantocéfalos, *Neoechinorhynchus buttneri* Golvan, 1956, (Eoacanthocephala: *Neoechinorhynchidae*) em tambaquis jovens, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) cultivados na Amazônia Central. Acta Amazônica. v. 31, n. 2, p.133-146, 2001.

MELO, A.R.; STIPP, N.A.F. A piscicultura em cativeiro como alternativa econômica para áreas rurais. Geografia, v. 10, n. 2, p. 175-193, 2001.

NEVES, F.L.A. Fauna parasitológica de *Zungaro zungaro* Humboldt e Valenciennes, 1821 provenientes da Amazônia Brasileira. 2018. 109 f. Tese (Doutorado em Produção Animal) Universidade Federal de Tocantins. Araguaiana-TO, 2018.

NABI, S.; TANVEER, S.; AHAD, S.; GANAIE, S.A.; NIYAZ, Y.; ANDULLAH, I. Acanthocephalan infestation in fishes – A review. The Journal of Zoology Studies, v. 2, n. 6, p. 32-37, 2015.

OLIVEIRA, S.R.K.S. Estudo da endofauna parasitária do Tambaqui, *Colossoma macropomum*, em pisciculturas do Vale do Jamari - Rondônia. 2014. 48 f. Dissertação (Mestre em Produção Animal). Universidade Camilo Castelo Branco. Descalvado - SP 2014.

OKUMURA, M.P.M; PÉREZ, A.C.A.; ESNPINDOLA-FILHO, A. Principais zoonoses parasitárias transmitidas por pescado - revisão. Revista de Educação Continuada do CRMV-SP, v. 2. n. 2, p. 66 - 80, 1999.

PASETO, A. Identificação de Parasitos de Peixes Cultivados e Selvagens em Mato Grosso do Sul. 2011. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia). Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Agrárias. Florianópolis - SC, 2011.

PALUDO, G.P. Estudo filogenômico do desenvolvimento estrobilar em platelmintos da Classe Cestoda. 2016. 25 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Molecular). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2016.

PIZZOLATTI, I.A. *Lernaea cyprinacea* Controle e Prevenção em Pisciculturas de águas interiores. 2000. 48f. Monografia (Especialista em Sanidade Animal). Universidade do Estado de Santa Catarina. Centro de Ciências Agroveterinárias. Lages, 2000.

ROCHA, C.A.M.; PINHEIRO, R.H.S, ALMEIDA, T.M. Platelminhos parasitos de peixes do gênero *Cichla* (perciformes, cichlidae) em bacias da América do Sul. *Acta Pesca*, v. 2, n. 2, p. 1- 14. 2014.

ROSAR, M.S. Ocorrências de parasitas no pescado: Relato de caso. 2017. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (monografia). Centro de Ciências Rurais. Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC, Curitiba - SC 2017.

REIS, T.S. Caracterização morfológica e molecular de endoparasitos de *Hoplias affinis malabaricus* Bloch, 1974 (Characiforme: Erythrinidae) provenientes do rio Araguaia, Tocantins, Brasil. 2014. 80 f. Tese (Doutorado em Produção Animal). Universidade Federal de Tocantins. Campus Universitário de Araguaína. Araguaína 2014.

RODRIGUES, G.S.P.; AZEVEDO, T.M.P. PRINCIPAIS PARASITOS DE PEIXES NATIVOS TRATAMENTO E PROFILAXIA. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia). Universidade Federal de Tocantins. Araguaiana-TO, 2017.

SANTOS, C.P.; MACHADO, P.M.; SANTOS, E.G.N. Acanthocephala. In: PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R.M.; EIRAS, J.C. Parasitologia. Peixes de Água Doce. Maringá, Eduem, p.353-370, 2013.

THATCHER, V.E. Amazon Fish Parasites. 2a. ed. Sofia: Pensoft Publishers. 2006.

TAVARES-DIAS, M., ARAUJO, C.S.O, PORTO S.M.A.; VIANA G.M.; MONTEIRO P.C. Sanidade do Tambaqui *Colossoma macropomum* nas fases de larvicultura e alevinagem. Embrapa Amapá, ISSN 1517-4859; 2013, 78 p.

VENTURA, A.S.; GABRIEL, A.M.A.; SARAVY, T.M.; CAVJICHILO, F. Descrição histopatológica das lesões intestinais de híbrido patinã parasitado. *Revista de Ciência Veterinária e Saúde Pública*. v. 4, n. 1, p. 2-8, 2017.

VIANA, C.M. Doenças de peixes de água doce. 2004. f. 51. Dissertação (Pós-graduação em Ciências Ambientais). Universidade Federal Fluminense, Silva Jardim Rio de Janeiro, 2004.

CAPÍTULO 15

ERINNYIS ELLO (LEPIDOPTERA: SPHINGIDAE) (LINNAEUS, 1758): ECOLOGIA, MANEJO E DISTRIBUIÇÃO: PASSADO E PRESENTE

ERINNYIS ELLO (LEPIDOPTERA: SPHINGIDAE) (LINNAEUS, 1758): ECOLOGY, MANAGEMENT AND DISTRIBUTION: PAST AND PRESENT

Philippe Guilherme Corcino Souza¹
Rodrigo Almeida Pinheiro²
Cíntia Gonçalves Sena³
Marcus Alvarenga Soares⁴
Luis Carlos da Silva Soares⁵
Maria Jéssica dos Santos Cabral⁶

DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.15

1 Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri-UFVJM, philipe.corcino@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8117-2394>

2 Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri-UFVJM, almeida.rodrigo@ufvjm.edu.br, <https://orcid.org/0000-0001-5642-5065>

3 Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri-UFVJM, cintia.sena@ufvjm.edu.br, <https://orcid.org/0000-0001-7689-3894>

4 Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri-UFVJM, marcus.alvarenga@ufvjm.edu.br, <https://orcid.org/0000-0002-8725-3697>

5 Universidade Federal de Lavras, luis.soares@estudante.ufla.br, <https://orcid.org/0000-0003-2994-3603>

6 Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri-UFVJM, jessica.cabral@ufvjm.edu.br, <https://orcid.org/0000-0002-0081-566X>

RESUMO

Erinnyis ello pertence à superfamília Bombycoidea e a família Sphingidae (Latreille, 1802). Mesmo sendo polífaga, se alimentando de aproximadamente 35 espécies de plantas, é considerada uma praga-chave da mandioca chegando a causar redução na produção de raízes de até 74 %. Neste cenário o objetivo desta pesquisa foi elaborar um apanhado dos conhecimentos construídos ao longo do tempo sobre a lepidóptera *Erinnyis ello*, no que tange sua ecologia, controle biológico, distribuição mundial e implicações sobre a cultura da Mandioca. Sendo uma praga específica das Américas é encontrada desde o Sul do Brasil, Argentina, Paraguai, Bacia do Caribe até o Sul dos EUA. Recomenda-se a prática do manejo integrado de pragas com a utilização de parasitoides de ovos, *Baculovirus erinnyis* ou *Bacillus thuringiensis* e produtos químicos. Dentro do cenário climático atual, a praga tem grande potencial de dispersão pelo continente europeu. No que tange o controle eficaz e sustentável, destaca-se o *Baculovirus erinnyis* como a melhor alternativa de parasitoide dentre as várias disponíveis.

Palavras-chave: *Erinnyis ello*. Mandarová. Mandioca. *Baculovirus erinnyis*.

ABSTRACT

Erinnyis ello belongs to the superfamily Bombycoidea and the family Sphingidae (Latreille, 1802). Even though it is polyphagous, feeding on approximately 35 plant species, it is considered a key pest of cassava, causing a reduction in root production of up to 74%. In this scenario, the objective of this research was to elaborate an overview of the knowledge built over time about the Lepidoptera *Erinnyis ello*, regarding its ecology, biological control, worldwide distribution, and implications for the cassava crop. As a specific pest of the Americas, it is found from southern Brazil, Argentina, Paraguay, the Caribbean Basin to the South of the USA. The practice of integrated pest management with egg parasitoids, *Baculovirus erinnyis* or *Bacillus thuringiensis*, and chemical products is recommended. Within the current climate scenario, the pest has excellent potential to spread across the European continent. *Baculovirus erinnyis* stands out as the best alternative parasitoid among the many available about effective and sustainable control.

1 INTRODUÇÃO

Espécies de diversos grupos taxonômicos têm sido transportadas além das barreiras naturais que delimitavam sua distribuição original devido a fatores de produção de alimento, usos comerciais, paisagismo e fins ambientais. Além deste deslocamento intencional de espécies, há aqueles que acontecem sem intenção di-

reta ou de forma accidental. A troca de espécies vem crescendo continuamente entre diversas regiões do globo. As possibilidades atuais de uma espécie ser transportada ao redor do globo estão bastante diversificadas e intensificadas (Davis, 2009).

A globalização e expansão do comércio internacional, causou um aumento do número de introduções de novas espécies, devido ao grande fluxo de embarcações, aeronaves e veículos terrestres (Torchin et al., 2002; Davis, 2009).

Além da globalização, a influência do homem sobre o clima global é clara e tem se tornado bastante evidente nas últimas décadas (Pramanik et al., 2018). Deste modo, o impacto dessas mudanças climáticas sobre a dinâmica de invasão de insetos em lavouras em todo o mundo também deve ser uma preocupação do meio científico.

Espécies invasoras podem reduzir os rendimentos, aumentar os custos de controle e resultar em maior aplicação e dependência de pesticidas em agroecossistemas (Palumbo et al., 2016; Ragsdale et al., 2011; Wan et al., 2016).

Manihot esculenta (Crantz), popularmente conhecida como mandioca ou macaxeira, pertence à família Euphorbiaceae, sendo de grande importância agrícola graças a sua adaptabilidade a diferentes condições climáticas, rusticidade e baixa exigência de fertilidade. (Alves, 2002). Se trata de uma cultura importante em regiões tropicais e subtropicais em todo o mundo, e compõe a dieta humana em regiões da África, Ásia e América Latina (El-Sharkawy 2004; Mckey et al., 2010).

As pragas são um dos fatores que mais afetam o rendimento final de *M. esculenta* (Rodríguez et al. 2002). Nesse contexto, o lepidóptero *Erinnyis ello*, (Linnaeus, 1758) é considerado uma praga-chave da cultura devido à sua alta capacidade de desfolha, que é um dano ainda mais evidente (Fazolin et al., 2007). Essa praga pode causar 100% de desfolhamento das plantas de *M. Esculenta*, além de também se alimentar de partes tenras das plantas (Ternes et al.1984; Gallo et al. 1988).

No Brasil, *E.ello* é categorizada como uma praga prioritária, ou seja, de interesse econômico e social, mas que ainda não foi enquadrada como praga quarentenária. Segundo a Norma Internacional de Medidas Fitossanitárias NIMF N° 5, uma praga quarentenária é aquela de importância econômica potencial para a área em perigo, onde ainda não está presente, ou, quando presente, não se encontre amplamente distribuída e está sob controle oficial.

A categorização de um organismo como praga quarentenária deve se dar com base em um procedimento de Análise de Risco de Pragas (ARP), observadas as

orientações contidas nas Normas Internacionais de Medidas Fitossanitárias NIMF Nº 2 e Nº 11 ou outras que as venham substituir (MAPA, 2018).

Portanto, dentro deste cenário o objetivo desta pesquisa foi elaborar um apanhado dos conhecimentos construídos ao longo do tempo sobre a lepidóptera *E. ello*, no que tange sua ecologia, controle biológico, distribuição mundial e implicações sobre a cultura da *M. esculenta*.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Taxonomia, Biologia, Hospedeiros e Danos

Erinnyis ello, também conhecido como Mandarová da mandioca, é uma espécie de lepidóptero que pode atingir uma envergadura de cerca de 90 mm, e tem coloração cinza com faixas pretas no abdômen, interrompidas no dorso. As asas anteriores são de cinzas e as posteriores vermelhas com bordos pretos (Figura 1). Os machos se diferenciam das fêmeas pela presença, nas asas anteriores, de uma faixa longitudinal paralela à margem posterior, além do abdome menos volumoso (Gallo *et al.*, 2002).

Figura 1 - Adultos de *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae): fêmea (A) e macho (B).



Foto: Neliton Marques da Silva

E. ello pertence à superfamília Bombycoidea, que compreende 10 famílias, onde a família Sphingidae (Latreille, 1802), a qual pertence, é um táxon com 206 gêneros e 1802 espécies.

Seu desenvolvimento é holometábolo e seu ciclo varia entre 32 a 49 dias, conforme as condições ambientais. A fase de ovo contém duração aproximada de 3 a 5 dias, a fase larval varia de 12 a 15 dias, a fase de pupa varia de 15 a 26 dias e a

fase adulta dura aproximadamente 9 dias (Farias, 2003; CARVALHO & NAKANO, 1988).

As lagartas do primeiro instar têm apêndice abdominal longo, fino e negro, com diâmetro uniforme (parecido com uma seta). No segundo instar, o apêndice é comprido e fino, com engrossamento na base, onde a pigmentação diminui consideravelmente; no terceiro é cônico creme-claro. A partir do quarto instar, o apêndice engrossa e diminui de tamanho, predominando a coloração creme-clara. Por fim, no quinto instar, o apêndice é curto, grosso e completamente claro (Moreira; Schmitt, 1989).

Com período pupal variando de 15 a 30 dias (Carvalho; Nakano, 1988), sua pupa mede de 4 cm a 6 cm de comprimento tendo coloração de castanho-clara a castanho-escura, com algumas estrias pretas (King; Saunders, 1984).

Para eficácia das principais medidas de controle é necessário que as lagartas estejam nos três primeiros instares de desenvolvimento (até 3 cm de comprimento), pois no quarto e quinto instares são mais resistentes ao controle químico e biológico (Farias, 1995). Assim, é importante o reconhecimento do instar larval predominante na população de lagartas na lavoura. Na prática, os instares podem ser diferenciados pelo tamanho da lagarta, principalmente pela forma e coloração do apêndice abdominal.

E. ello é caracterizada como uma praga chave da mandioca devido à sua alta capacidade de desfolha, que tem aumento progressivo conforme seu desenvolvimento larval (Fazolin et al. 2007). Porém, a praga tem ocorrência esporádica, levando determinado período de tempo até mostrar um novo pico de ocorrência que possa causar danos severos ao hospedeiro.

As infestações causam a redução na produção de raízes, na ordem de 26 a 45 % com um só ataque e de 47 a 74 % com dois ataques, podendo variar em função da variedade, idade das plantas, fertilidade do solo e condições ambientais (Bellotti et al., 1999).

E. ello é descrito como sendo um lepidóptero de hábito polífago, podendo se alimentar aproximadamente de 35 espécies de plantas, pertencentes às famílias Caricaceae, Solanaceae e tendo preferência pela família Euphorbiaceae, sendo a maioria produtora de látex (Fazolin et al., 2007).

Outras plantas de importância econômica que podem ser hospedeiras dessa praga são a *Hevea brasiliensis* L., *Ricinus communis* L., *Carica papaya* L., *Ficus benjami*-

na L., *Nicotiana tabacum* L., *Solanum lycopersicum* L., *Solanum melongena* L. (de Camargo et al., 2018, Santos, 2014; Gallo et al., 2002).

Em contra partida, *E. ello* pode agir de forma positiva como agente polinizador de plantas. Em fase adulta pode polinizar espécies das famílias Apocynaceae, Bombacaceae, Caryocaraceae, Fabaceae, Lythraceae, Malvaceae, Rubiaceae, Sapindaceae, Vochysiaceae, *Hancornia speciosa*, *Pseudobombax tomentosum*, *Caryocar brasiliensis*, *Inga laurina*, *Inga vera*, *Lafoensia pacari*, *Luehea divaricata*, *Guettarda viburnoides*, *Serjania erecta*, *Qualea grandiflora*, *Hedychium coronarium* (de Camargo et al., 2018).

2.2 Distribuição Global da Praga

Erinnyis ello faz parte de um grupo complexo de pragas da mandioca, composto de pragas que são de origem tropical e que tem a mandioca como seu hospedeiro primário ou único. Apesar de outras espécies de *E. ello* serem relatadas se alimentando de mandioca nos Neotrópicos (*E. alope*; e subespécies *E. ello* ello e *E. ello* encantado), essas parecem ser de menor importância não causando dano econômico à cultura (Bellotti et al. 2012).

Existem evidências de que *E. ello* seja uma praga de origem brasileira, sendo encontrado nos estados do Rio Grande do Sul e São Paulo desde o final do século XIX (Maia e Bahia, 2010).

Ausente tanto na África quanto na Ásia, que são áreas produtoras de mandioca, *E. ello* é uma praga específica das Américas, talvez devido à sua dificuldade em cruzar as barreiras oceânicas (Bellotti et al., 2012). Porém, sua capacidade de voo migratório em massa de adultos, sua alta capacidade de oviposição, sua ampla adaptação climática e gama de hospedeiros, provavelmente são responsáveis por sua ampla distribuição, rápido aumento das populações e seus ataques esporádicos (Bellotti et al., 2012; Maia e Bahia, 2010).

Com vários nomes regionais espalhados pelos trópicos, a distribuição geográfica de *E. ello* estende-se desde o Sul do Brasil, Argentina, Paraguai, passando pela Bacia do Caribe até o Sul dos EUA (Bellotti et al., 2012).

Como pode ser observado na Figura 1, segundo dados da European and Mediterranean Plant Protection Organization Global Database (EPPO Global Database), a praga *E. ello* já foi registrada na Antígua e Barbuda, Argentina, Bahamas, Barbados, Belize, Bolívia, Brasil, Canadá, Ilhas Cayman, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Dominica, República Dominicana, Equador, El Salvador, Guiana Francesa, Granada,

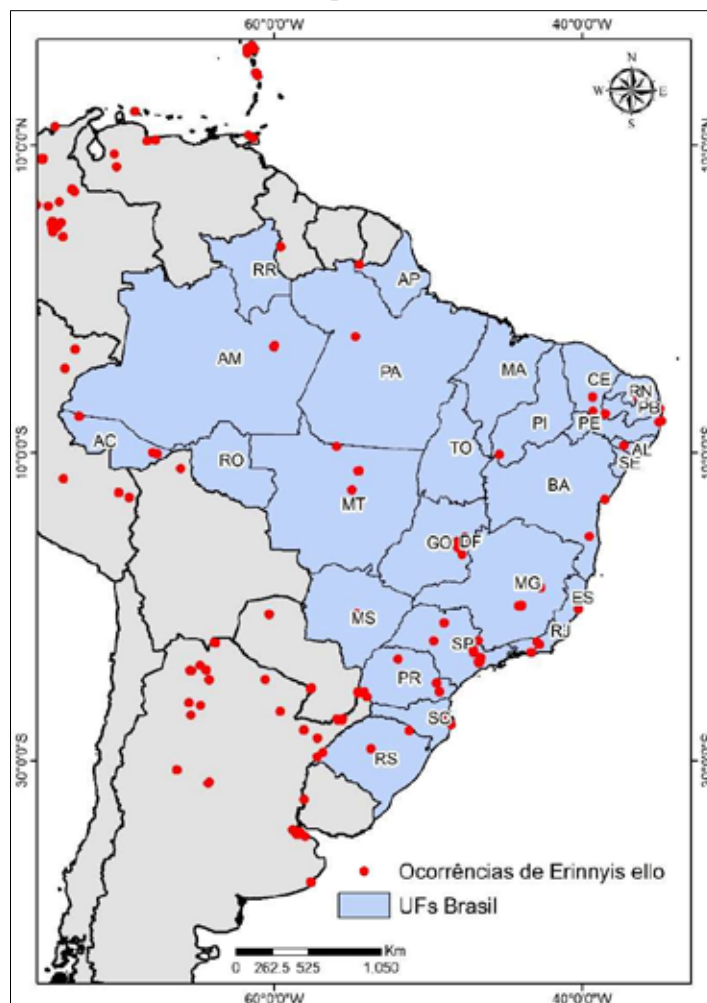
Guadalupe, Guatemala, Haiti, Honduras, Jamaica, Martinica, México, Montserrat, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, Porto Rico, Santa Lúcia, São Cristovão e Neves, São Vicente e Granadinas, Suriname, Trindade e Tobago, US Arizona, US Arkansas, US Califórnia, US Colorado, US Connecticut, US Flórida, US Geórgia, US Illinois, US Kentucky, US Massachusetts, US Michigan, US Minnesota, US Mississippi, US Missouri, US Nebraska, US Nevada, US New Jersey, US Novo México, US New York, US New York, US North Dakota, US Oklahoma, US Óregon, US Pensilvânia, US téxas, US Utah, Us Virgínia Ocidental, Uruguai, Venezuela, Ilhas Virgens Britânicas, e Ilhas Virgens Americanas.

Figura 1 - Registros de ocorrência de *Erinnyis ello* no mundo segundo o banco de dados GBIF, 2021. Mapa elaborado pelo autor.



No Brasil, segundo De Camargo et al. (2018), a praga é encontrada nos municípios de Brasília (DF), Alto Paraíso de Goiás (GO), Cavalcante (GO), Pirenópolis (GO), Balsas (MA), Feira Nova do Maranhão (MA), Paracatu (MG), Rio Pardo de Minas (MG), Uberlândia (MG), Unaí (MG), Campo Grande (MS), Almas (TO), Palmas (TO), Miranda (MS), Chapadão do Sul (MS), Uberaba (MG), Jaborandi (BA), Angical (BA), conforme Figura 2. Sendo que na Amazônia Legal há relatos de ocorrência nos estados do Acre (Fazolin et al., 2007), Amapá, Amazonas, Rondônia e Pará (Fazolin e Estrela, 2016).

Figura 2 - Ocorrências de *Erinnys ello* no Brasil segundo o banco de dados GBIF, 2021. Mapa elaborado pelo autor.



No que tange os cenários futuros de distribuição da praga, Belloti et al. (2012), demonstraram que as projeções do ano de 2050 de áreas cultivadas com mandioca e com adequação climática à praga diferiram pouco da situação presente. Contudo, as áreas cultivadas com mandioca no norte da África, Índia, sudeste da Ásia e na Austrália serão menos adequadas ao desenvolvimento do Mandarová, diminuindo ainda mais a possibilidade de invasão dessa praga nessas áreas onde ainda não se tem o seu registro.

2.3 Controle Biológico

O monitoramento de *E. ello* é realizado nas fases adulta, ovos ou lagartas, sendo importante à tomada de decisão de qual fase do ciclo se entrar com o controle. Em cada fase do ciclo de *E. ello*, há pelo menos um método de controle recomendável. Em pequenas áreas, os agricultores fazem a catação manual das lagartas, em áreas acima de dois hectares, os mandiocultores realizam aplicações de produtos biológicos naturais e químicos no controle do mandarová (Silva et al., 2018). No

início das revoadas o monitoramento dos adultos pode ocorrer pela sua captura em armadilhas luminosas, por outro lado, ovos e lagartas podem ser monitorados por meio de inspeção visual (Aguiar et al., 2010).

Segundo Silva et al. (2011), deve haver a utilização de parcelas onde será contabilizado o número de insetos, o que permitirá estimar a densidade da praga na área avaliada e extrapolar para todo o plantio. As áreas de avaliação devem ter condições de microclima homogênea, práticas de manejo, clone, tipo de solo e outras características que garantam o comportamento semelhante da praga.

De modo geral, o principal controle dessa praga deve ser feito com base nos princípios do “Manejo Integrado de Pragas” (MIP), rotação de produtos com distintos princípios ativos registrados e métodos de controle de resistência (Silva et al., 2018).

Quando se pensa no sucesso da utilização de parasitoides no controle biológico, é preciso atenção à várias etapas como: coleta, taxonomia e multiplicação do parasitoide, eficiência biológica, forma, intervalo e número de indivíduos a serem liberados, estudo de dispersão na área, interação intra e interespecífica, avaliações da eficiência biológica e viabilidade econômica (Parra et al., 2002; Van Lenteres, 2003).

A amostragem acontece em ovos e lagartas de diferentes instares (Tabela 1). No primeiro instar, as lagartas de *E. ello* atingem até 1 cm de comprimento, passando para o próximo estágio larval. No segundo instar atingem até 2 cm de comprimento; no terceiro, até 3 cm de comprimento; no quarto, medem entre 4 e 5 cm, chegando a atingir 9 cm de comprimento; passando ao quinto instar, com aproximadamente 10 cm de comprimento e, em alguns casos, podem chegar a 12 cm de comprimento no último instar, quando passam à fase de pré pupa (Bellotti et al., 1989).

Tabela 1 - Estágios de monitoramento de *Erinnyis ello*.

Monitoramento <i>Erinnyis ello</i> (Linnaeus, 1758)		
Instares	Comprimento	Controles
Ovo	1,5 mm	Biológico
1º instar	1 cm	Biológico
2º instar	2 cm	Biológico
3º instar	3 cm	Biológico
4º instar	4-9 cm	Químico
5º instar	10- 12 cm	Químico
Pupa	4 -6 cm	Biológico

Ao observar 20 adultos na armadilha luminosa, e 0,5 ovos por planta, deve-se entrar com o controle adequado. A primeira medida de controle é a utilização de parasitoides de ovos, o controle nessa fase impede a eclosão das lagartas, fase do inseto que causa danos econômicos. A segunda medida de controle se dá na fase de lagarta, nessa fase utiliza-se *Baculovirus erinnyis* ou *Bacillus thuringiensis* nos três primeiros instares larvais. Com a utilização do *B. erinnyis* é possível atingir o controle das infestações de *E. ello* na fase de lagarta com êxito de até 100% (Aguiar et al., 2010).

A terceira medida de controle se faz pela utilização de produtos químicos, quando as lagartas atingiram o quarto instar larval. A utilização de defensivos agrícolas no quarto e quinto instar se justifica devido ao aumento do consumo foliar. Uma vez que 94% da área foliar consumida ocorre nas duas últimas fases, o controle deve ser realizado até essa fase com ainda mais eficiência (Bellotti et al., 1992; Barriagossi et al., 2002).

Ainda não foram estudadas liberações de parasitoides no o controle de *E. ello* na fase ovo na cultura da mandioca no Brasil, para que isso ocorra diversas etapas precisam ser realizadas com intuito de se elaborar um programa de controle biológico com parasitoides, que considere: elaboração de técnicas de multiplicação do parasitoide em laboratório; formas e intervalos de liberação no semicampo e campo; época de utilização; número de indivíduos a serem liberados; dispersão e interações intra e interespecíficas (Parra, 2002).

Na prática, *E. ello* é controlado principalmente por meio de inseticidas químicos e biológicos. Contudo, os parasitoides himenópteros podem eficientemen-

te ser usados no controle dessa praga (Mafi e Ohbayashi, 2010). Segundo Parra e Zucchi (1997), algumas espécies de parasitoides de ovos foram registradas para *E. ello*, sendo os mais notáveis são *Trichogramma atopovirilia* (Oatman & Platner, 1983), *T. manicobai* (Brun, Moraes e Soares, 1984), *T. marandobai* (c Brun, Moraes e Soares, 1986), *T. pretiosum* (RILEY, 1879), e *T. demoraesi* (Nagaraja, 1983) (Hymenoptera: Trichogrammatidae), o parasitismo desta última espécie foi registrado com mais frequência (Ronchi-Teles e Querino, 2005).

Destaque se dá para *Trichogramma sp.*, *Trichogramma minutum* Riley e *Trichogramma fasciatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (PERKINS, 1912), que podem controlar, em 94%, os ovos de *E. ello*, na cultura de mandioca (BELLOTTI; SCHOO-NHOVEN, 1978). As liberações de *Trichogramma sp.*, são proporcionais ao aumento do controle (Bellotti, 1999); por exemplo: na Colômbia, 57% da população de *E. ello* já foi controlada com liberações de *Trichogramma sp.* (Reyes, 1983).

Existem relatos do parasitismo natural de *Ooencyrtus submetallicus* e *Trichogramma pretiosum* em ovos de *E. ello* em condições de campo, contudo essas espécies podem ser facilmente criadas em laboratório (Silva et al., 2015), o que pode ser um diferencial, caso sejam utilizadas no controle de *E. ello*. Outros estudos também relataram a ocorrência de *Cotesia sp.*, *Euplectrus floryae* (Schauff, 2001) (Hymenoptera: Eulophidae) e *Telenomus sp.* parasitando lagartas e ovos de *E. ello* (Bellotti et al., 2012; Bellon et al., 2013).

Parasitoides pupais tem potencial no controle de *E. ello*, mas os relatórios publicados são escassos (Bellotti et al., 1992). *Tetrastichus howardi* (Olliff, 1893) (Hymenoptera: Eulophidae), endoparasitoide de lepidópteros pragas de culturas agrícolas, demonstram grande potencial como método de controle biológico eficaz (Prasad et al., 2007).

A presença do parasitoide *Tetrastichus howardi* foi registrada nas pupas de insetos das famílias Crambidae, Noctuidae e Plutellidae (Moore e Kfir, 1995; Cruz et al., 2011; Vargas et al., 2011) podendo ser usado no controle eficaz de pragas de lepidópteros.

Em 1980, um baculovírus de ocorrência natural foi isolado e aplicado como biopesticida no Brasil. Esse programa de controle biológico provou ser seguro e ecológico, era o atualmente conhecido *Baculovirus erinnyis*. No processo de controle da praga, a infecção é iniciada quando as larvas se alimentam da folhagem contaminada com corpos de oclusão infecciosos por via oral. Com o monitoramento, é possível

o controle das infestações de *E. ello* em 100%, na fase de lagarta, com a utilização do *B. erinnyis* (Aguiar et al., 2010).

O baculovírus pode ser obtido pela coleta de larvas com sintomas, das quais é feita uma mistura de 1 ml de água em cada grama de larva coletada. Depois de liquefazer e filtrar a mistura, considerando que não restam partículas, é armazenado em refrigeração para uso posterior. A dose recomendada é de 4 ml de solução por 20 L de água, se aplicado com uma bomba costal em plantações de no máximo 2 m de altura. Em plantações superiores, pode ser aplicado com um pulverizador de longo alcance uma dose de 50 ml de solução de baculovírus por 250 litros de água (Fuentes et al. 2017).

Outros parasitoides (Tabela 2) são as moscas do gênero *Belvosia* sp. (Diptera: Tachinidae), um parasitoide que age colocando seus ovos na lagarta; onde as larvas eclodem depois penetram nas larvas da praga e se desenvolvem em seu interior, permitindo que o hospedeiro alcance o estágio pupal, do qual 1 a 3 adultos emergem mais tarde para cada larva parasitada de *E. ello* (León et al. 2010).

Tabela 2 - Inimigos naturais no controle da *Erinnyis ello*.

Inimigo natural	Tipo	Fases da vida
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Inseticida	Larvas
<i>Bacillusthuringiensiskurstaki</i>	Patogénico	Larvas
<i>Bacillus thuringiensisthuringiensis</i>	Patogénico	Larvas
<i>Baculovirus erinnyis</i>	Patogénico	Larvas
<i>Belvosia bicincta</i>	Parasita	Larvas
<i>Cotesia americana</i>	Parasita	Larvas
<i>Cotesia congregata</i>	Parasita	Larvas
<i>Macarensisdrino</i>	Parasita	Larvas
<i>Egrettathula</i>	Predador	Larvas
<i>Euplectrus floryae</i>	Parasita	Larvas
<i>Vírus da granulose</i>	Patogénico	Larvas
<i>Lecanicillium lecanii</i>	Patogénico	Larvas
<i>Polistes</i>	Predador	Larvas
<i>Conectanos telenomus</i>	Parasita	Ovos
<i>Telenomus dilophonotae</i>	Parasita	Ovos

<i>Telenomus monilicornis</i>	Parasita	Ovos
<i>Telenomus spodopterae</i>	Parasita	Ovos
<i>Trichogram maexiguuum</i>	Parasita	Ovos
<i>Trichogram mafasciatum</i>	Parasita	Ovos
<i>Trichogram mamanicobai</i>	Parasita	Ovos
<i>Trichogram maminutum</i>	Parasita	Ovos
<i>Trichogram maoatmani</i>	Parasita	Ovos
<i>Trichogram mapretiosum</i>	Parasita	Ovos
<i>Trichogram masudhae</i>	Parasita	Ovos

Outro produto utilizado é o inseticida biológico seletivo, à base de *Bacillus thuringiensis*, que tem mostrado grande eficiência no controle do mandarová, principalmente, quando aplicado em lagartas com tamanhos entre 5 mm e 3,5 cm de comprimento, ou seja, quando as lagartas estão entre os primeiros e terceiros instares (EMBRAPA, 2003). Os sintomas gerados por uso do produto consistem em septicemia generalizada, causando a morte do indivíduo. Conforme a infecção progride, o corpo da larva adquire uma consistência mole, com protuberâncias e geralmente quando morre fica pendurada, em qualquer lugar da planta.

Os benefícios da utilização de *B. thuringiensis* são o baixo custo de produção, a baixa poluição ambiental, controle de pragas superior a 90%, fácil aplicação, alto poder de dispersão e seletividade, uma vez que não afeta os inimigos naturais da lagarta se usado corretamente (Restrepo et al., 2012).

O uso de produtos químicos é a prática frequentemente adotada pelos produtores no agroecossistema das lavouras de mandioca (Silva et al., 2012). Entretanto, a utilização de inseticidas como Carbaril, Monocrotofos, Diazinon e Deltametrina, com doses de acordo com a formulação do produto comercial (León et al., 2010) é recomendada quando não foi possível manter a população da praga abaixo do nível de dano econômico. Isso porque a aplicação de inseticidas, quando os níveis de infestação são baixos, gera um desequilíbrio no agroecossistema afetando os inimigos naturais das espécies de pragas e consequente redução da lucratividade do sistema produtivo (Bellotti et al., 1989).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fica claro que *Erinnyis ello* é uma praga-chave de *Manihot esculenta*, podendo causar danos severos de redução na produção de raízes de até 74%. Além disso, é ainda uma praga polífaga que se alimenta de cerca de 35 espécies de plantas. Sendo assim uma praga de grande poder destrutivo na agricultura de forma geral.

Atualmente existem no mundo áreas com adequabilidade climática à praga onde essa, por sorte, ainda não foi encontrada. A praga mostra grande potencial de dispersão pelo continente europeu, mesmo no momento ainda estando presente apenas nas Américas. Da mesma forma, existem já na literatura projeções futuras que mostram áreas produtoras de mandioca que ainda não se tem o registro dessa praga. Todo esse cenário demonstra a importância de se estabelecer estratégias de modo que essa situação se mantenha e que *Erinnyis ello* não se dissemine em novas áreas.

O manejo integrado de pragas ainda é a melhor alternativa no controle eficaz e sustentável da praga, destacando-se o *Baculovirus erinnyis* como a melhor alternativa de parasitoide, dentre as várias disponíveis.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, E.B.; LORENZI, J.O.; MONTEIRO, D.A.; BICUDO, S.J. (2010) Monitoramento do mandarová da mandioca (*Erinnyis ello* L.1758) para o controle com baculovirus (*Baculovirus erinnyis*) Revista Trópica-Ciências Agrária e Biológicas, v.4, p.55-59.
- BARRIGOSI, J. A. F.; ZIMMERMANN, F. J. P., LIMA, P. S. (2002) Consumption Rates and Performance of *Erinnyis ello* L. on Four Cassava Varieties. Neotropical Entomology, v.31 p.429-433.
- BASTOS, JAM. 1981. - Attack by the cassava hawkmoth, (*Erinnyis ello*) (Linnaeus, 1758) in a plantation of Ceará rubber, (*manihot glaziovii*) Muell. Arg
- BELLON, P. P.; FAVERO, K.; TAVARES, M. T.; OLIVEIRA, H. N. (2013) de. First record of *Euplectrus floryae* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) in Brazil. Revista Colombiana de Entomología, v.39, n.01, p.166-167.
- BELLOTTI, A. C.; ARIAS, B. V, GUZMAN. O. L. (1992) Biological control of the cassava hornworm *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae). Flor. Entomol. 75: 506-515.
- BELLOTTI, Anthony C.; SMITH, Lincoln; LAPOINTE, Stephen L. Recent advances in cassava pest management. Annual review of entomology, v. 44, n. 1, p. 343-370, 1999.

BELLOTTI, A., HERRERA CAMPO, B. V., & HYMAN, G. (2012). Cassava Production and Pest: Present and Potential Threats in a Changing Environment. *Tropical Plant Biology*. (2012) 5:39-72. DOI 10.1007/s12042-011-9091-4

BELLOTTI, A., HERRERA CAMPO, B. V., & HYMAN, G. (2012). Cassava Production and Pest: Present and Potential Threats in a Changing Environment. *Tropical Plant Biology*. (2012) 5:39-72. DOI 10.1007/s12042-011-9091-4

BELLOTTI, A., ARIAS B. E., REYES J. (1989). Integrated management of *Erinnyis eso* (L) (hornworm of the Yucca). Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT, 62 p.

CRUZ, I., REDOAN, A. C., SILVA, R. B., FIGUEIREDO, M. L. C., DIAS, A. M. P.(2011). New record of *Tetrastichus howardi* (Olliff) as a parasitoid of *Diatraea saccharalis* (Fabr.) on maize. *Scientia Agricola*, v.68, n.02, p.252-254, 2011. Available from: . Accessed: Apr. 23, 2014. doi: 10.1590/S0103-90162011000200017.

CARVALHO, F. C.; NAKANO, O. Aspectos biológicos do “mandarová da mandioca” *Erinnyis ello ello* (L.)(Lepdoptera-Sphingidae) em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz cv. Mantiqueira). *Ciência e Prática*, Lavras, v. 16, n. 2, p. 134-145, 1988.

DAVIS, M.A. 2009. *Invasion Biology*. Oxford University Press. 244p.

El-Sharkawy, M. A. Cassava biology and physiology cassava: a crop for sustainable agriculture and food security in developing countries. *Plant Mol Biol* 2004;56:481-501.

DE CAMARGO, A. J. A., de CAMARGO, W. R. F., CORRÊA, D., Vilela, M. D. F., & Amorim, F. W. Mariposas polinizadoras do cerrado: identificação, distribuição, importância e conservação. Embrapa Cerrados-Livro técnico (INFOTECA-E), 2018.

EMBRAPA – Comunicado Técnico 119. Importância da micorriza arbuscular para o cultivo da mandioca na região do cerrado. Planaltina, DF. 2005. Disponível em:< https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2009/27477/1/comtec_119.pdf> . Acesso em: 26 de Novembro de 2019.

FARIAS, A. R. N. Use Baculovirus *erinnyis* para controlar o mandarová da mandioca. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 1995. 18 p.

FARIAS, A. R. N. Manejo integrado do mandarová da mandioca. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMP, 2003. 8p. (Circular Técnica, 59).

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V. 2016. Mandioca, pp. 345-363. In: Silva, NM da, R Adaime & RA Zucchi (Eds.). *Pragas agrícolas e florestais na Amazônia*. Brasília, DF: Embrapa, 608 p.

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V; CAMPOS FILHO, M. D.; SANTIAGO, A. C. C.; FROTA, F.de S. Manejo integrado do Mandorová-da-mandioca *Erinnyis el/o* (L.) (Lepidoptera: Sphingidae): conceitos e experiências na Região do Vale do Rio Iuruá, Acre. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2007. 45 p. (Embrapa Acre. Documentos, 107).

GALLO, D. et al. Entomologia agrícola. Piracicaba, FEALQ, 920p. Macedo, Macedo, Campos, Novaretti e Ferraz, v. 158, 2002.

GALLO, D.; O. NAKANO; S. SILVEIRA NETO; R. P. L. CARVALHO; G. C. BATISTA; E. BERTI FILHO; J. R. P. PARRA; R. A. ZUCCHI; S. B. ALVES & J. D. VENDRAMIM. 1988. Manual de Entomologia Agrícola. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 3a ed., 649p.

GBIF.org (30 August 2021) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.6uvbk4>

KING, A. B. S.; SAUNDERS, J. L. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Londres: TDR, 1984. 182 p.

LEÓN, M.; GUILLERMO, A.; BELTRÁN, R.; JORGE, A.; CAMPOS, P. E.; JUAN C. (2010). Inimigos manejo natural e integrado da *lagarta* (*Erinnyis eso*) na cultura da borracha (*Hevea brasiliensis*). Colômbia. Corpoica, 24 p.

MAIA, V. B.; BAHIA, J. J. S. 2010. Manejo integrado do mandarová (*Erinnyis ello* L.) em cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na Região Sul da Bahia. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. 16p.

MAFI, S.; OHBAYASHI, N.(2010) Biology of *Chrysocharis pentheus*, an endoparasitoid wasp of the citrus leaf miner *Phyllocnistis citrella* Stainton. Journal of Agricultural Science and Technology, v.12, n.02, p.145-154.

MCKEY D, CAVAGNARO TR, CLIFF J, GLEADOW R. Chemical ecology in coupled human and natural systems: people, manioc, multitrophic interactions and global change. Chemoecology 2010;20:109-133.

MOORE, S. D.; KFIR, R.(1995) Aspects of the biology of the parasitoid, *Tetrastichus howardi* (Olliff) (Hymenoptera: Eulophidae). Journal of African Zoology, v.109, n.5, 455-466.

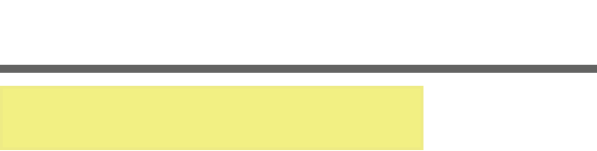
MOREIRA, G. R. P.; SCHMITT, A. T. Identificação dos ínstares larvais de *Erinnys ello* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Sphingidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v. 18, n. 1, p. 57-73, 1989.

CARVALHO, C. F.; NAKANO, O. Aspectos biológicos do “mandarová da mandioca” *Erinnys ello* (L.) (Lepidoptera: Sphingidae) em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz cv. Mantequeire). Ciência e Prática, v. 12, n. 2, p. 134-145, 1988.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, M. S. (2002) Controle biológico-Terminologia. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, M. S. (Ed.). Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. Editora Manole Ltda, p.1-16.

PALUMBO, J. C.; PERRING, T. M.; MILLAR, J.G.; REED, D. A. 2016. Biology, ecology, and management of an invasive stink bug, *Bagrada hilaris*, in North America. Annu. Rev. Entomol. 61:453-7.

- PRASAD, K. S.; Aruna, A.S.; Kumar, V.; Kariappa, B.K. (2007). Feasibility of mass production of *Tetrastichus howardi* (Olliff), a parasitoid of leaf roller (*Diaphania pulverulentalis*), on *Musca domestica* (L.). *Indian Journal of Sericulture*, v.46, n.01, p.89-91.
- RAGSDALE, D.W.; LANDIS, D.A.; BRODEUR, J.; HEIMPEL, G.E.; DESNEUX, N. 2011. Ecology and management of the soybean aphid in North America. *Annu. Rev. Entomol.* 56:375-99.
- RESTREPO, A., JAIRO, J., AREVALO PEÑARANDA, E., DÍAZ JIMÉNEZ, A. L., ÁLVAREZ, G., ROBERTO, J. E ROSERO, A. A. (2012). Manejo integrado de pragas e doenças em seringueiras (*Hevea brasiliensis*).
- RODRÍGUEZ, S., FOLGUERAS, M., MEDERO, V., GARCÍA, M., PONS, C., GONZÁLEZ, D. Y MOLINA, O. (2002, Noviembre). Desarrollo del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta*, Crantz) en Cuba. Documento presentado en el Quinto Encuentro de Viandas Tropicales, Villa Clara, Cuba.
- RONCHI-TELES, B.; QUERINO, R. B. (2005). Registro de *Trichogramma demorae* si Nagaraja (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitando ovos de *Erynnis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) na Amazônia Central. *Neotropical Entomology*, v.34, n.03, p.515-515, 2005. Available from: . Accessed: Jun. 15, 2013. doi: 10.1590/S1519-566X2005000300023.
- SANTOS, R. S. 2014. Surto de mariposas causa intenso desfolhamento em seringais no estado do Acre. *Revista Referência Florestal*, n.15, p.68-71.
- SILVA A. S., KASSAB, S. O., GAONA, J. (2012). Insetos-pragas, produtos e métodos de controle utilizados na cultura de mandioca em Ivinhema, Mato Grosso do Sul. *Revista Verde*, v.7. p.19-23.
- SILVA, A. S., PEREIRA, F. F., FERNANDES, M. G.(2018). Controle biológico de *erinyis ello* (linnaeus, 1758) (lepidoptera: sphingidae) com parasitoides na cultura da mandioca. Dourados. UFGD.
- TERNES, M.; L. MIURA; A. T. SCHMITT. 1984. Mandioca/Santa Catarina: Aspectos gerais e problemas da cultura. *Correio Agrícola* 3: 652-655.
- TORCHIN, M. E.; LAFFERTY, K. D.; KURIS, A. M. Parasites and marine invasions. *Parasitology*, v. 124, n. 7, p. 137-151, 2002.
- VARGAS, E.L, PEREIRA, F. F., TAVARES, M. T., PASTORI, P. L. (2011) Record of *Tetrastichus howardi*(Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing *Diatraea* sp. (Lepidoptera: Crambidae) in sugarcane crop in Brazil. *Entomotropica*, v.26, n.2, p.135-138.
- WAN, F-H; YANG, N-W. 2016. Invasion and management of agricultural alien insects in China. *Annu. Rev. Entomol.* 61:77-98.



CAPÍTULO 16

AVALIAÇÃO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS DE BAIAS DE EQUÍNOS SUBMETIDOS ÀS LARVAS DE BESOUROS (SCARABAEOIDEA) E MINHOCAS (*Eisenia fetida*)

EVALUATION OF ORGANIC WASTE FROM EQUINE BAYS SUBMITTED TO BEETLES LARVES (SCABAOIDEAE) AND MINES (*Eisenia fetida*)

*José Carlos Ribeiro de Carvalho*¹

*Andreia Santos do Nascimento*²

*Maria Carolina Freitas de Lima*³

*Fabiane de Lima Silva*⁴

*Geni da Silva Sodré*⁵

*Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa*⁶

*Carlos Alfredo Lopes de Carvalho*⁷

DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.16

¹ Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, jcrc2012@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7543-6891>

² Universidade do Estado de Minas Gerais, asndea@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5236-0460>

³ Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, mjflima3@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2591-842X>

⁴ Universidade Federal do Mato Grosso, fabianeze@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-7262-9225>

⁵ Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, genisodre@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-6184-4720>

⁶ Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, mapcosta@ufrb.edu.br, <http://orcid.org/0000-0003-1666-711X>

⁷ Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, calfredo.carvalho@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-3306-3003>

RESUMO

O uso da matéria orgânica humificada na agricultura é um aliado para a melhoria dos solos e o aumento da produção. Para isso, é necessário o uso de algumas técnicas como a compostagem, o que permite a própria decomposição dos resíduos agropecuários, com vantagens como a reciclagem de nutrientes e a redução da emissão de gases tóxicos. Os resíduos provenientes de baias de equinos têm potencial para uso na agricultura, mas para isso é necessário promover a sua humificação. Este trabalho teve por objetivo comparar os parâmetros físicos e químicos dos resíduos orgânicos de baias de equinos submetidos às larvas de *Scarabaeoidea* (Coleoptera) e às minhocas. Os parâmetros físico-químicos dos resíduos foram avaliados aos 120 dias da exposição aos macrorganismos, enquanto que os ácidos orgânicos foram determinados aos 30 e 60 dias. Quando se comparou os resíduos das baias de equinos submetidos às larvas de *Scarabaeoidea* (Coleoptera) com os submetidos às minhocas após um determinado período de tempo, se verificou resultados próximos, o que confirmam o potencial das larvas como decompositora desses resíduos.

Palavras-chave: Compostagem. Vermicompostagem. Larvacompostagem.

ABSTRACT

The use of humified organic matter in agriculture is an ally for improving soil and increasing production. This requires the use of some techniques such as composting, which allows for the decomposition of agricultural residues, with advantages such as nutrient recycling and reduction of toxic gas emissions. Residues from horse stalls have potential for use in agriculture, but for this it is necessary to promote their humification. The aim of this work was to compare the physical and chemical parameters of the residue of equine bays submitted to *Scarabaeoidea* (Coleoptera) larvae and to worms after a certain period of time. The chemical-chemical parameters of the residues were evaluated at 120 days of exposure to macro-organisms, while the organic acids were determined at 30 and 60 days. When comparing the residuals of the equine bays submitted to *Scarabaeoidea* larvae (Coleoptera) with those submitted to earthworms after a certain period of time, close results were verified, confirming the potential of the larvae as decomposer of these residues.

Keywords: Composting. Vermicomposting. Larve composting.

1 INTRODUÇÃO

A matéria orgânica decomposta interfere no potencial produtivo dos solos brasileiros, melhorando as suas características físico-químicas e biológicas. (KOULL; HALITAT, 2016). No processo de humificação da matéria orgânica, a relação C/N é estreitada e o nitrogênio mineralizado fica mais disponível para a planta, com liberação mais lenta que nos adubos minerais fontes do nutriente (KIEHL, 2004).

Desta forma, o uso de matéria orgânica, especialmente pelo processo de compostagem, traz uma série de vantagens para a agricultura, entre elas a própria decomposição da matéria orgânica, o que leva à reciclagem de nutrientes e à redução da emissão de gás metano resultante de processos anaeróbicos (VÁZQUEZ; LOLI, 2018). Esses autores consideram que diversos dejetos animais são utilizados como adubo orgânico, de maneira especial, os esterco dos bovinos, ovinos e caprinos.

No entanto, há um potencial de uso dos resíduos orgânicos provenientes de baias de equinos, que ainda é pouco conhecido e por isso mesmo tem pouca aceitação por diversos agricultores. Os resíduos provenientes da criação de equinos podem ser utilizados na compostagem visando à obtenção de um produto humificado e importante para a agricultura.

A técnica de humificação de resíduos orgânicos por macrorganismos tem por finalidade digerir a matéria orgânica, provocando a sua degradação, diminuindo conseqüentemente o tempo de humificação (DOMÍNGUEZ; GÓMEZ-BRANDÓN, 2013).

Dentre as técnicas do tratamento biológico, a vermicompostagem apresenta baixos custos de implementação e utiliza as minhocas, mais comumente a espécie *Eisenia fetida* (Savigny, 1826), também denominada “Vermelha da Califórnia” (YADAV; GARG, 2011). É amplamente difundida e de certa forma encontra-se bem estabelecida (ANJOS et al., 2015), sendo uma das vantagens da ação desse macrorganismo, o aumento da concentração de fósforo no vermicomposto (CIOTTA et al., 2003).

Outros macrorganismos também podem contribuir nesse processo, como as larvas de besouros (Coleoptera) (ZANDONADI et al., 2014; BATILANI-FILHO, 2015; GARCIA et al., 2016), especialmente àquelas que se alimentam de material orgânico vegetal e animal (KEVAN; BAKER, 1983; SPEIGHT et al., 1999; TRIPLEHORN; JOHNSON, 2015). Os besouros coprófagos constituem o meio mais prático e viável para a deestruturação das fezes de bovinos em pastagens, melhoran-

do as características físico-químicas do solo, como a reciclagem do nitrogênio e de outros nutrientes (HAYNES; WILLIAMS, 1993; KALISZ; STONE, 1984; FONSECA; KERR, 2005). Dessa forma, as larvas desses besouros podem ser eficientes na humificação de esterco, tornando-se aliados no processo de compostagem (PEREIRA, 2017). O objetivo deste estudo foi comparar os parâmetros físicos e químicos dos resíduos orgânicos de baias de equinos submetidos a larvas de Scarabaeoidea (Coleoptera) e a minhocas.

2 METODOLOGIA

Os macrorganismos utilizados foram larvas de Coleoptera (Scarabaeoidea) coletadas em composteiras de resíduos de baias de equinos, com tamanho padronizado (Figura 1) (15 larvas por repetição) e minhocas Vermelha da Califórnia (*Eisenia fetida*) (cinco indivíduos por repetição). A diferença no número entre as espécies de organismo foi para minimizar o possível efeito de reprodução das minhocas.

Figura 1 - Padronização de macrorganismos (A= larvas de Coleoptera e B= minhocas Vermelha da Califórnia) utilizados no experimento. Foto: Acervo Insecta, 2018.



O experimento inteiramente casualizado com três tratamentos e sete repetições foi conduzido entre maio e julho de 2018. O Tratamento 1 foi constituído por resíduo das baias de equinos e larvas de Coleoptera (Scarabaeoidea), enquanto que o Tratamento 2 foi formado pelo resíduo das baias de equinos e minhocas. O Tratamento 3 foi a testemunha, constituída apenas do resíduo provenientes das baias de equinos. Cada repetição foi constituída por um vaso com capacidade para cinco litros do resíduo provenientes das baias de equinos do município de Feira de Santana-BA. Todas as parcelas foram forradas com “voil”, de forma a evitar a entrada de organismos não desejáveis e uma eventual fuga das larvas e das minhocas (Figura 2).

Figura 2 - Implantação do experimento: Distribuição dos vasos com resíduos orgânicos das baias de equinos (A); distribuição dos macrorganismos (B); larvas de Coleoptera (C); minhocas (D); e tratamentos cobertos com voil (E). Foto: Acervo Insecta, 2018.



O resíduo das baias de equino foi deixado em pousio por 20 dias para a eliminação do chorume inicial, antes da liberação dos macrorganismos (larvas e minhocas) nas parcelas. Após 120 dias de colonização pelas larvas e minhocas foram retiradas amostras de cada repetição por tratamento para serem secas em estufa a 75 °C e posterior análise.

Os teores totais dos elementos (N, P, K e C) foram determinados no extrato ácido (ácido nítrico com ácido perclórico). Para a determinação do nitrogênio foi utilizado o método do Kjeldahl e para o carbono orgânico (CO) o método Walkley-Black. A determinação dos ácidos fúlvico, húmicos e do extrato húmico se deu no tempo zero, 30 e 60 dias após a liberação das larvas e minhocas. Os procedimentos e metodologia foram de acordo com descrito por Embrapa (1897), Mapa (2007) e Silva et al. (2009).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados após 120 dias de exposição do resíduo das baias de equinos aos macrorganismos estão apresentados na Tabela 1. Os valores de nitrogênio, fósforo e potássio podem ser considerados médios para compostos orgânicos e provavelmente podem estar relacionados ao tempo considerado neste estudo para

o processo de humificação. Especificamente para o nitrogênio, observa-se que o tratamento: vermicomposto (T2) difere estatisticamente de T1 e T3. Esse aumento de nitrogênio com o uso de minhocas no processo de decomposição foi também relatado por Kiehl (1985). Verificou-se ainda que o larvacomposto (T1) diferiu estatisticamente do tratamento T3 que não houve o emprego de macrorganismos. O fósforo e o potássio nos diferentes tratamentos não diferiram estatisticamente entre si.

Em relação ao pH, os mesmos alcançaram valores maiores que a neutralidade justificada pela formação de humatos de sódio e cálcio, nesse estágio de decomposição. O processo de compostagem é relativamente pouco sensível aos valores de pH, embora valores próximos à neutralidade são considerados ideais, uma vez que são preferidos pelos microrganismos (CERRI, 2008). Segundo esse autor, ao longo do processo de estabilização do composto o pH atinge valores entre 7 e 8. De acordo com Rodrigues et al. (2006) a faixa de pH considerada ótima para o desenvolvimento de microrganismos, especialmente actinomicetos, situa-se entre 5,5 e 8,5, ocorrendo também maior atividade enzimática.

Tabela 1 - Avaliação do composto proveniente de resíduos das baias de equinos, após 120 dias da colonização por macrorganismos (larvas de Coleoptera-Scarabaeoidea e minhocas-*Eisenia fetida*).

Tratamentos	n	pH	N	P	K	CO(%)	Relação C/N
T1: Esterco + larva	7	8,19 ± 0,11a	0,73 ± 0,12b	0,35 ± 0,01	0,81 ± 0,02	8,04 ± 0,57b	11,42 ± 2,60
T2: Esterco + minhoca	7	8,05 ± 0,04ab	1,30 ± 0,12a	0,36 ± 0,01	0,78 ± 0,04	13,75 ± 0,63a	10,64 ± 0,64
T3: Esterco	7	7,89 ± 0,20b	0,50 ± 0,17c	0,38 ± 0,09	0,78 ± 0,18	6,19 ± 1,07c	12,89 ± 2,60

n = número de amostras; N = nitrogênio; P = fósforo; K = potássio; CO = Carbono Orgânico; C/N = carbono/nitrogênio. Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre linhas não diferem significativamente entre si, a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Para os resultados da relação C/N, observou-se que, em todos os tratamentos, foi menor que 17:1, evidenciando que o adubo foi humificado e que há disponibilidade de nitrogênio para a planta, quando da sua aplicação no campo. De acordo com Vieira (2017), razões C/N abaixo de 20, normalmente aumentam os níveis de N mineral no solo.

Os tratamentos com larvas de besouros, minhocas e sem esses macrorganismos no processo de compostagem do esterco de coelhos foram similares entre si. Contudo aos 90 dias, o esterco que foi submetido às larvas e às minhocas apresentou menor perda de NH₃ (PEREIRA, 2017). A compostagem foi um sistema eficiente

no tratamento de resíduos sólidos de frigorífico e de pequenos abatedouros, estabilizando o material aos 90 dias, permitindo a reciclagem de nutrientes (COSTA et al., 2009).

Com relação aos ácidos fúlvico, húmicos e extrato húmico presentes no material proveniente dos resíduos provenientes de baias de equinos, após liberação de macrorganismos, não há evidências de diferenças aos 30 dias para os três tratamentos. Aos 60 dias houve uma queda para ácidos húmicos no tratamento com larvas de Coleoptera, o que pode estar relacionado com a mortalidade observada por esses organismos. Possivelmente é necessário um tempo maior de exposição a esses macrorganismos para uma análise superior a 60 dias (Tabela 2).

Tabela 2 - Variação dos ácidos fúlvico, húmicos e extrato húmico em composto proveniente de resíduos das baias de equinos, após 30 e 60 dias da liberação de macrorganismos.

Parâmetros *	Unidade	Tempo	30 dias				60 dias		
		Zero							
		C	C	L	M	C	L	M	
Ácido Fúlvico	%m/m	29,80	33,94	31,80	32,82	37,48	27,58	36,22	
Ácido Húmico	%m/m	28,00	31,40	31,80	31,40	31,60	32,00	33,20	
Extrato Húmico Total	%m/m	56,40	65,40	63,60	64,20	69,00	59,60	64,40	

*95% de confiança; k=2; C = Composto orgânico; L = esterco com larvas de *Scabaeiodes*; M = esterco com minhoca.

A predominância de ácidos húmicos sobre os fúlvicos no final da compostagem é um indicativo de humificação adequada dos resíduos avaliados (SILVA et al., 2009). De acordo com esses autores, a composição das matérias primas tem influência na velocidade e intensidade das transformações das frações da matéria orgânica.

Análise da incubação do esterco de coelhos com larvas de *Gymnetis chalcipes* (Coleoptera: Scarabaeidae: Cetoniinae) e por minhocas por um período de 90 dias não diferiu entre si e com a testemunha (apenas esterco) com relação aos ácidos húmico e fúlvico e o extrato húmico (PEREIRA, 2017). Esse autor concluiu que os compostos orgânicos produzidos a partir do esterco de coelhos utilizando larvas dessa espécie de besouro (larvacompostagem) e minhocas (vermicompostagem) demonstrou ser uma boa alternativa para a produção de mudas de alface.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diferenças foram encontradas neste estudo entre os resíduos das baias de equinos submetidos às larvas de Scarabaeoidea (Coleoptera) e às minhocas, após um determinado período de tempo. No entanto, estes resultados confirmam o po-

tencial das larvas como decompositora desses resíduos, contribuindo no processo de humificação do material orgânico.

REFERÊNCIAS

ANJOS, J.L.; AQUINO, A.M.; SCHIEDECK, G. **Minhocultura e vermicompostagem: Interface com sistema de produção, meio ambiente e agricultura de base familiar**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Cap.5.

BATILANI-FILHO, M. **Funções ecossistêmicas realizadas por besouros Scarabaeinae na decomposição da matéria orgânica: aspectos quantitativos em áreas de Mata Atlântica**. 2015. 91f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2015.

CERRI, C.E.P. **Compostagem**. São Paulo: Programa de Pós - Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Universidade de São Paulo. 2008. 19 p.

CIOTTA, M.N.; BAYER, C.; FONTUORA, S.M.V.; ERNANE, P.R.; ALBUQUERQUE, J.A. Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sobre plantio direto. **Ciência Rural**, v.33, p.1161-1164, 2003.

COSTA, M.S.S.M.; COSTA, L.A.M.; DECARLI, L.D.; PELÁ, A.; SILVA, C.J.; MATTER, U.F.; OLIBONE, D. Compostagem de resíduos sólidos de frigorífico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.1, p.100-107, 2009.

DOMÍNGUEZ, J.; GÓMEZ-BRANDÓN, M. The influence of earthworms on nutrient dynamics during the processo of vermicomposting. **Waste Management & Research**, v. 31, p. 859-868, 2013.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FONSECA, V.M.O.; KERR, W.E. Avaliação de índice reprodutivo em besouros africanos. **Bioscience Journal**, v.21, n.3, p. 61-68, 2005.

GARCIA, L.C.; MORAES, R.M.; VIANNA, E.E.S. Besouros de solo (Insecta: Coleoptera) em fragmento de mata de restinga no extremo sul do Brasil. **Biotemas**, v.29, n.4, p.59-67, 2016.

HAYNES, R.J.; WILLIAMS, P.H. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. **Advances in Agronomy**, v.49, p.119-199, 1993.

KALISZ, P.J.; STONE, E.L. Soil mixing by scarab beetles and pocket gophers in North Central Florida. **Soil Science Society of America Journal**, v.48, p.169-172, 1984.

KEVAN, P.G.; BAKER, H.G. Insects as lower visitors and pollinators. **Annual Review of Entomology**, v. 28, n. 1, p. 407-453, 1983.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba, Editora Agronômica Ceres Ltda: 1985. 492p.

KOULL, N.; HALITAT, M.N. Effets de la matière organique sur les propriétés physiques et chimiques des sols sableux de la région d'Ouargla (Algérie). **Étude et Gestion des Sols**, v. 23, p.9-19, 2016.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n, 17, de 21 de maio de 2007. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília.

PEREIRA, C.M. **Efeito das larvas de besouro no processo de decomposição de esterco de coelho e produção de substratos orgânicos para mudas de hortaliças**. 2017. 65f. Tese (Doutorado em Ciência, Tecnologia e Inovação Agropecuária). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2017.

RODRIGUES, M.S.; SILVA, F.D.; BARREIRA, L.P.; KOVACS, A. (2006). Compostagem: reciclagem de resíduos sólidos orgânicos. In: Spadotto CA; Ribeiro W. Gestão de resíduos na agricultura e agroindústria. Fepaf: Botucatu, 63-94p.

SILVA, F.A.M.; LOPEZ, F.G.; BOAS, R.L.V.; DA SILVA, R.B. Transformação da matéria orgânica em substâncias húmicas durante a compostagem de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.1, p. 59-66, 2009.

SPEIGHT, M.R.; HUNTER, M.D.; WATT, A.D. **Ecology of insects: concepts and applications**. Oxford: Blackwell Science, 1999. 350p.

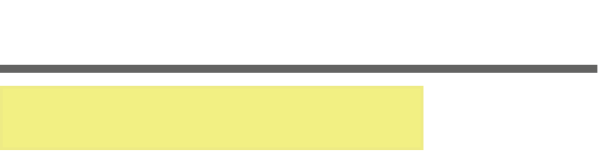
TRIPLEHORN, C.A.; JOHNSON, N.F. **Estudo dos insetos**. São Paulo: Cengage Learning, 2015. 766p.

VÁZQUEZ, J.; LOLI, O. Compost y vermicompost como enmiendas en la recuperación de un suelo degradado por el manejo de *Gypsophila paniculata*. **Scientia Agropecuaria**, v.9, n.1, p. 43-52, 2018.

VIEIRA, R.F. Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 163 p.

YADAV, A.Y.; GARG, V.K. Industrial wastes and sludges management by vermicomposting. **Reviews in Environmental Science and Bio/Technology**, v.10, p.243-276, 2011.

ZANDONADI, D.B.; SANTOS, M.P.; MEDICI, L.O.; SILVA, J. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 32, p.14-20, 2014.



CAPÍTULO 17

FORMULAÇÃO E USO DE DIETAS EXPERIMENTAIS NA ALIMENTAÇÃO DE *Macrobrachium rosenbergii*

FORMULATION AND USE OF EXPERIMENTAL DIETS IN THE *Macrobrachium rosenbergii* FEEDING

*André Filippe de Aquino¹
Iara Evelim da Silva Ferreira²
Caio Henrique do Nascimento Ferreira³
Bruno de Lima Preto⁴*

DOI: 10.46898/rfb.9786558890928.17

¹ andre.filippe.aquino@gmail.com, <http://lattes.cnpq.br/5164602206314336>
² Iara-evelim@hotmail.com, <http://lattes.cnpq.br/0809357759539613>
³ caiohenrique1048@gmail.com, <http://lattes.cnpq.br/6386461991949867>
⁴ blpreto@ifes.edu.br, <http://lattes.cnpq.br/1302310640473426>

RESUMO

O reaproveitamento de resíduos da produção e a utilização destes na formulação de farinhas e rações, visa mitigar os impactos ambientais causados pelo descarte inadequado desses resíduos, respeitando preceitos da aquicultura sustentável. O uso de silagem dos resíduos do beneficiamento de pescados vem sendo estudado como alternativa viável na substituição de fontes proteicas. Nosso objetivo foi avaliar o efeito do uso de dietas com diferentes níveis de inclusão de silagem ácida de resíduos do beneficiamento de camarões sobre a sobrevivência e o crescimento de *Macrobrachium rosenbergii*. O trabalho foi executado no Laboratório de Carcinicultura e Maricultura do Instituto Federal do Espírito Santo - campus de Alegre, no ano de 2017. Foram utilizadas quatro dietas, sendo: comercial (T1), base (T2), com 10,5% de inclusão de silagem (T3) e com 21% de inclusão de silagem (T4). A silagem ácida utilizada na inclusão foi feita a partir dos resíduos do descabeçamento de camarões *M. rosenbergii*. A silagem foi preparada com a adição de 9% de ácido acético e 2% de NaCl ao resíduo do descabeçamento do camarão *M. rosenbergii*, tida como pronta após 30 dias de estocagem. O experimento foi conduzido em dezesseis cercados circulares com volume útil de 50 L cada, povoados com 1600 pós-larvas de camarões *M. rosenbergii* distribuídos uniformemente e aleatoriamente, com peso médio de $0,29 \pm 0,04$ gramas por pós larva. Os cercados estavam alocados em um viveiro de fundo natural. A água foi monitorada diariamente quanto aos parâmetros de oxigênio dissolvido e temperatura e quinzenalmente quanto aos parâmetros de pH, concentração de amônia, dureza e transparência. As composições centesimais das dietas foram avaliadas no Laboratório de Química Aplicada do Ifes Campus de Alegre. A normalidade e a homocedasticidade dos dados foram avaliadas pelos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente. Em seguida foi realizada ANOVA paramétrica de acordo com a natureza dos dados. Quando encontradas diferenças significativas ($P < 0,05$), as médias foram comparadas com o teste de Tukey-Kramer. Conclui-se que o uso de dietas que utilizam a silagem ácida como ingrediente é possível e o efeito do uso dessas dietas na sobrevivência e crescimento de *M. rosenbergii* são satisfatórios na fase de berçário II, sendo equivalentes aos efeitos da ração comercial.

Palavras-chave: Resíduos. Silagem. Carcinicultura.

ABSTRACT

The reuse of production residues and their use in the formulation of flour and feed aims to mitigate the environmental impacts caused by the inappropriate disposal of these residues, respecting the principles of sustainable aquaculture. The

use of silage from fish processing waste has been studied as a viable alternative to replacing protein sources. Our objective was to evaluate the effect of using diets with different levels of inclusion of acid silage from shrimp processing residues on the survival and growth of *Macrobrachium rosenbergii*. The work was carried out in 2017 at the Prawn Culture and Mariculture Laboratory of the Federal Institute of Espírito Santo - Alegre. Four diets were used: commercial (T1), base (T2), with 10.5% inclusion of silage (T3) and with 21% inclusion of silage (T4). The acid silage used in the inclusion was made from residues from the head of *M. rosenbergii*. Silage was prepared with the addition of 9% acetic acid and 2% NaCl to the residue from the head of *M. rosenbergii*, considered ready after 30 days of storage. The experiment was carried out in sixteen circular pens with a useful volume of 50 L each, populated with 1600 post larvae of *M. rosenbergii* uniformly and randomly distributed, with an average weight of 0.29 ± 0.04 grams per post larva. The enclosures were located in a natural pond nursery. The water was monitored daily for dissolved oxygen and temperature parameters and fortnightly for pH, ammonia concentration, hardness and transparency. The proximate compositions of the diets were evaluated at the Laboratory of Applied Chemistry at Ifes Alegre. Data normality and homoscedasticity were assessed using the Shapiro-Wilk and Bartlett tests, respectively. Then, parametric ANOVA was performed according to the nature of the data. When significant differences were found ($P < 0.05$), the means were compared using the Tukey-Kramer test. It is concluded that the use of diets that use acid silage as an ingredient is possible and the effect of using these diets on the survival and growth of *M. rosenbergii* are satisfactory in nursery (phase II), being equivalent to the effects of commercial feed.

Keywords: Waste. Silage. Prawn culture.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a FAO (2016), estima-se que o Brasil deve registrar um crescimento de 104% na produção da pesca e aquicultura até 2025. Em 2015 a produção brasileira de crustáceos foi de aproximadamente 70 mil toneladas, e a captura desses mesmos organismos foi de cerca de 34 mil toneladas (FAO, 2016). Levando em consideração que a cabeça é quase metade do peso total do animal, em 2015 quase 35 mil toneladas de resíduo orgânico foram produzidos durante o processo de beneficiamento. Os resíduos que foram descartados sem qualquer tipo de aproveitamento tecnológico, podem ter causado sérios problemas para a planta industrial, diminuindo a eficiência do processo produtivo (GUILHERME, 2007), poluindo o meio ambiente (VIEIRA, 2013), ou gerando custos para que empresas façam o devido descarte em aterros.

A carcinicultura apresenta crescente desenvolvimento desde a década de 70, quando os primeiros cultivos em sistema extensivo foram implantados (CUNHA, 2006), sendo reconhecida mundialmente como uma atividade potencialmente lucrativa. No Brasil, a espécie mais produzida é a espécie exótica *Macrobrachium rosenbergii*. Os camarões de água doce apresentam várias características como: grande resistência a doenças, maturação e larvicultura simples, independência da água salgada na fase de crescimento final e sistema de produção compatível com pequenas propriedades rurais (PRETO, 2010).

Devido a necessidades de adequação das indústrias às leis ambientais, a transformação dos resíduos em coprodutos com valor agregado é importante para minimizar os problemas e proporcionar maior eficiência a produção (VIEIRA, 2011). O reaproveitamento de resíduos da produção e a utilização destes na formulação de farinhas e rações, visa mitigar os impactos ambientais causados pelo descarte inadequado desses resíduos, respeitando preceitos da aquicultura sustentável e viabilizando o desenvolvimento de uma carcinicultura sustentável. O uso de silagem como forma de armazenamento e reaproveitamento dos resíduos do beneficiamento vem sendo estudado como alternativa na substituição de fontes proteicas por apresenta baixo custo, facilidade de preparo e armazenamento, alto teor proteico e boa digestibilidade (COSTA, 2009).

Nosso objetivo foi avaliar o efeito do uso de dietas com diferentes níveis de inclusão de silagem ácida de resíduos do beneficiamento de camarões sobre a sobrevivência e o crescimento de *M. rosenbergii* em fase de berçário II.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No Brasil, a associação do clima favorável e o domínio de novas tecnologias de produção, colocam o País como um dos principais produtores de camarão das Américas (POERSCH, 2006). Esse grande crescimento da produção do camarão *M. rosenbergii* traz algumas dúvidas, entre elas questões relacionadas ao manejo alimentar.

De acordo com dados da Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC), em 2015 foram produzidos 70 mil toneladas do crustáceo no Brasil sendo que 90% da produção é destinada ao mercado consumidor interno. Durante o processo de beneficiamento de crustáceos e moluscos cerca de 50% da matéria-prima (VIEIRA, 2013) corresponde aos subprodutos como o cefalotórax e a casca (FERRARO, 2010), geralmente descartados quando o crustáceo é servido.

A aquicultura moderna envolve três componentes: a produção lucrativa, a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento social (VALENTI, 2002). Em virtude desses componentes, o tratamento dos resíduos sólidos provenientes da indústria de beneficiamento de camarões é fundamental, para que seja possível minimizar os problemas na produção e proporcionar eficiência ao processo produtivo, (BEERLI, 2004). Esses resíduos constituem matéria-prima de qualidade para obtenção de diferentes subprodutos na cadeia produtiva da piscicultura. Existem várias utilidades nesse tipo de aproveitamento: extração de colágeno (escamas e peles) para a indústria farmacêutica e alimentícia; curtimento de pele para a indústria mobiliária, vestuário, artesanato e diferentes objetos; produção de polpa para fabricação de empanados, produtos semi prontos, cozinha institucional (da merenda escolar, restaurantes universitários, restaurantes de empresas, hospitais, presídios, etc.); compostagem; farinhas e silagens (VIDOTTI, 2006).

Segundo Costa (2009), se fossem utilizados apenas 5% dos resíduos de forma correta, na alimentação animal, as necessidades dos rebanhos mundiais poderiam ser supridas, atendendo assim as demandas energéticas e proteicas da população mundial. A redução do impacto ecológico com o reaproveitamento de resíduos da produção e a utilização deste resíduo na formulação de farinhas e rações de fácil preparo e baixo custo econômico, visa intensificar a produção e viabilizar de forma econômica o desenvolvimento da carcinicultura. Os camarões apresentam grande necessidade de proteína bruta para seu desenvolvimento, esta fonte proteica é geralmente disponibilizada através da farinha de peixe embutida na formulação de dietas, ingrediente este de considerável valor econômico.

Devido ao grande custo da dieta e ao impacto que os rejeitos da produção podem causar ao ambiente, o uso de silagem como alternativa para inclusão ou substituição de fontes proteicas vem sendo estudado no preparo de dietas práticas para a aquicultura. O produto ensilado possui odores ácidos agradáveis, responsáveis por manterem distantes os insetos, e não apresentam problemas em relação a alguns microrganismos patogênicos, como as salmonelas (VIDOTTI, 2006). Estudos recentes também demonstram que a farinha de crustáceos pode melhorar a saúde e promover melhor crescimento de peixes em função da presença de alto conteúdo em quitina presentes no exoesqueleto (GOPALAKANNAN; ARUL, 2006). A quitina, quando administrada em rações para peixes, atua como imunoestimulante e auxilia na proteção contra agentes bacterianos (ANDERSON, 1994; ESTEBAN, 2001). Altos níveis de inclusão de silagem de resíduos podem interferir no crescimento de peixes, (FERNANDES,

2007). Maiores taxas de substituições da farinha de peixe pela de silagem apresentaram menor resposta de ganho de peso em bagres africanos. (NWANNA 2003; NWANNA 2004; PLASCENCIA-JATOMEA, 2002).

Considerando que o camarão possui enzimas aptas a degradarem a quitina presente no exoesqueleto e por já apresentarem hábitos canibalistas, espera-se que o animal tenha melhor desempenho na quebra e absorção da quitina presente na silagem de resíduos de camarão, permitindo maiores níveis de inclusão ou substituição da farinha de peixe pela silagem do resíduo na formulação de dietas práticas.

3 METODOLOGIA

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Carcinicultura e Maricultura do Instituto Federal do Espírito Santo - campus de Alegre, no ano de 2017. O experimento foi conduzido em dezesseis cercados circulares com volume útil de 50 L cada, povoados com 1600 pós-larvas de camarões *M. rosenbergii* distribuídos uniformemente e aleatoriamente, com peso médio de $0,29 \pm 0,04$ gramas. Os cercados estavam alocados em viveiro escavado no setor de aquicultura. Foram testados quatro sendo: comercial (T1), base (T2), com 10,5% (T3) e com 21% (T4) de inclusão de silagem ácida do resíduos do descabeçamento de camarões *M. rosenbergii*. As dietas experimentais foram peletizadas, (2 a 3 mm), no próprio campus utilizando equipamentos e ingredientes de fácil aquisição.

A preparação do viveiro, bem como o manejo dos animais ao longo do experimento, levou em consideração as técnicas previstas por Valenti (1998). Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, no início da manhã, e no final da tarde. A taxa de arraçoamento foi de 15% da biomassa contida em cada cercado. Para estimativa da biomassa contida em cada cercado e para o acompanhamento do crescimento dos animais, realizou-se biometrias semanais, pesando 10% dos animais de cada cercado. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições.

A água foi monitorada diariamente quanto aos parâmetros oxigênio dissolvido e temperatura, e quinzenalmente quanto aos parâmetros pH, concentração de amônia, dureza e transparência, todos os parâmetros foram aferidos ao amanhecer. Após 30 dias de estudos os animais de cada cercado foram despescados contados um a um para obtenção do valor de sobrevivência e pesados um a um em balança digital, (0,0001g) de precisão. As variáveis de avaliação foram: sobrevivência (%), ganho de massa aparente (g).

As dietas experimentais foram confeccionadas objetivando dietas isoproteicas e isoenergéticas e respeitando as exigências para rações da espécie de camarões *M. rosenbergii* (ZIMMERMAN, 1991). As composições centesimais das dietas foram avaliadas no Laboratório de Química Aplicada do Ifes Campus de Alegre. Para análises de umidade, as amostras foram secas em estufa a 65 °C por 24 horas e os resultados obtidos por diferenciação de peso de massas e para cinzas, amostras secas em mufla a 500 °C por 24 horas e os resultados obtidos também por diferenciação de peso das massas, ambos os processos segundo metodologia proposta por Instituto Adolfo Lutz (2008). Para as análises de proteína bruta e nitrogênio total as amostras foram secas em estufa e posteriormente realizada as devidas titulações onde através de fatores de correções foram determinados os percentuais de proteína bruta de acordo com a adequação da Metodologia Kjeldahl para determinação de Nitrogênio Total e Proteína Bruta” (GALVANI, 2006). Para o Extrato etéreo as amostras foram submetidas a extração através de éter de petróleo e depois por diferenciação de peso quantificado o extrato etéreo, pela metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008). A normalidade e a homocedasticidade dos dados foram avaliadas pelos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente. Em seguida foi realizada ANOVA paramétrica de acordo com a natureza dos dados. Quando encontradas diferenças significativas ($P < 0,05$), as médias foram comparadas com o teste de Tukey-Kramer.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A composição percentual dos ingredientes utilizados para a confecção das dietas foram descritos na Tabela 1. Não foram disponibilizados na literatura ou na embalagem do produto a composição percentual dos ingredientes utilizados na confecção da ração comercial utilizada neste experimento.

Tabela 1 - Composição percentual dos ingredientes das rações.

INGREDIENTES	T2	T3	T4
SOJA FARELO (45% PB**)	44,96	38,63	32,29
PEIXE FARINHA (55% PB**)	33,48	38,01	42,53
MILHO (7,88% PB**)	17,70	8,85	0,00
CALCÁRIO	1,65	1,28	0,90
FOSFATO BICALCICO	1,20	0,60	0,00
VITCRE-PEIXES	1,00	1,00	1,00
ÓLEO DE SOJA	0,00	1,15	2,29
CAMARÃO SILAGEM	0,00	10,5	21,00

*Percentuais de inclusão de silagem ácida nas dietas.

**PB – Proteína Bruta.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que o aumento nos níveis de inclusão de silagem acarretaram um aumento proporcional dos níveis de farinha de peixe, a fim de atender as exigências percentuais de proteína bruta fixadas no programa em 40%. O mesmo foi verificado no percentual de óleo de soja. Entretanto o aumento nos níveis de inclusão de silagem acarretaram uma redução proporcional nos percentuais de farelo de soja, calcário, milho e fosfato bicálcico respectivamente, sendo os dois últimos não mais utilizados no maior nível de inclusão de silagem (21%).

Embora a composição varie com a espécie e com a sazonalidade, podem-se classificar os rejeitos da carcinicultura como constituídos de 30 a 50% de carbonato de cálcio, (PETER, 1995 apud BESSA-JUNIOR, 2013). O que justifica a redução dos percentuais de calcário. O milho é o principal material de reserva de amido do reino vegetal e uma das principais fontes de carboidratos disponíveis para a alimentação humana e animal, usado amplamente como fonte energética por apresentar em sua constituição $1,195 \pm 0,46\%$ de fração lipídica e $86,97 \pm 0,60\%$ de carboidratos totais (BATISTA, 2010). Os polissacarídeos estão envolvidos no metabolismo energético de plantas em reservas de amido e no metabolismo de animais em reservas de glicogênio. A quitosana é um polissacarídeo obtido a partir da hidrólise alcalina do grupamento N-acetil da quitina, principal componente do exoesqueleto de artrópodes, e ainda o segundo polissacarídeo mais abundante na natureza depois da celulose (SANTOS, 2014), o que explica a dispensa do amido na elaboração de dietas com maiores níveis de inclusão de silagem (21%).

O fosfato bicalcico pode ser utilizado como suplemento e corretivo de fósforo na nutrição animal. Com a adição desse fósforo de origem mineral nas rações visa-se atender as necessidades dos animais de alta produção, melhorando os rendimentos de crescimento, fertilidade e taxas de conversão. O fósforo é fundamental entre outros processos, na formação de ATP, na síntese de ácidos nucleicos e na formação de ossos (REBOLLAR, 1999). A produção de fosfato

bicalcico é baseada na reação de calcário, fonte de carbonato de cálcio já apresentado na composição da silagem, com o ácido forfórico defluorizado (ARAUJO, 2014). A dispensa da adição de fosfato bicalcico na dieta prática com 21% de inclusão de silagem indica que o aumento no nível de inclusão proporcionou o alcance da suplementação de fósforo exigida.

Os resultados das análises bromatológicas dos tratamentos T1, T2, T3, T4, da silagem ácida e do resíduo do processamento utilizado para a confecção da silagem estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição centesimal dos tratamentos propostos na experimentação e das matérias (cabeça do camarão e silagem ácida).

Amostras	Extrato Etéreo (%)	Nitrogênio Total (%)	Proteína Bruta (%)	Umidade (%)	Cinza (%)
T1	6,87 ± 0,99 ab	6,78 ± 0,23 b	42,36 ± 1,44 b	11,29 ± 0,18 a	11,82 ± 0,18 c
T2	4,62 ± 0,83 b	7,99 ± 0,32 a	49,94 ± 2,02 a	3,41 ± 0,07 b	15,12 ± 0,19 b
T3	5,47 ± 1,07 ab	7,29 ± 0,10 b	45,58 ± 0,64 b	2,69 ± 0,07 d	17,72 ± 0,15 b
T4	7,56 ± 0,64 a	7,43 ± 0,31 ab	46,42 ± 1,92 ab	3,08 ± 0,12 c	20,33 ± 0,11 a
Cabeça do camarão	1,74 ± 0,63	7,34 ± 0,90	45,87 ± 5,62	76,10 ± 1,30	35,54 ± 1,13
Silagem	5,82 ± 0,73	6,88 ± 0,33	43,02 ± 2,07	59,95 ± 1,24	11,68 ± 0,23

*Percentual de inclusão de silagem ácida nas dietas.

OBS: Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observamos através dos dados descritos na tabela, que T4 apresentou percentuais de extrato etéreo, nitrogênio total e proteína bruta superiores aos percentuais encontrados T1. Os percentuais de umidade apresentaram diferenças significativas entre todos os tratamentos, sendo T1 a de maior percentual. A presença e ação de microrganismos indesejáveis, como fungos, bactérias deteriorantes e patogênicas, afeta a estrutura física dos alimentos, e é influenciada pelas condições do ambiente, como umidade relativa do ar, secagem incompleta, umidade do produto, chuvas no período de colheita, insetos, cargas de fungo no solo, ar e sanidade da planta (FONSECA, 2008). De acordo com Albert et al. (1989), minimizar a atividade de água de

alimentos reduz as taxas de alterações microbiológicas. Os tratamentos T2, T3 e T4 apresentaram vantagens nesse caso.

Os menores percentuais de cinzas foram observados em T1. Os tratamentos T2 e T3 não apresentaram diferenças significativas entre si. O tratamento T4 foi o que apresentou maior percentual de cinzas. Todos os tratamentos apresentaram percentuais de cinzas satisfatórios, segundo as exigências nutricionais do camarão *M. rosenbergii*, entretanto os tratamentos T2, T3 e T4 ficaram um pouco acima dos valores indicados como ideais na tabela 1. De acordo com Damasceno (2007), o cefalotórax pode apresentar um maior conteúdo de cinzas devido, principalmente, ao conteúdo mineral inorgânico que lhes confere a rigidez. Segundo Wang e Hwang (2001) estes teores de cinzas podem ser compostos de carbonato de cálcio, fosfato, magnésio, sílica e enxofre. Esses minerais são componentes importantes para o desenvolvimento de crustáceos. O excesso de cinzas na ração é eliminado em forma de fezes. E a lixiviação de alguns minerais como o fósforo da ração para a água pode aumentar a eutrofização do viveiro de cultivo (JOSÉ, 2017).

Durante o período de estudo os parâmetros de qualidade de água analisados se mantiveram nos seguintes níveis, mínimo e máximo respectivamente; amônia 0,0027 e 0,0087 mg/L; dureza 14 e 16 mg/L; pH 7,63 e 7,94; oxigênio dissolvido 4,2 e 7,6 mg/L; temperatura 18,8 e 24,1 °C. O nível de dureza se manteve abaixo do adequado a espécie que seria acima de 30 mg/L segundo Valenti (1998).

Os resultados de sobrevivência e ganho de massa aparente obtidos com esse experimento seguem descritos na tabela 3.

Tabela 3 - Sobrevivência e ganho de massa dos camarões *M. rosenbergii*.

Tratamento	Sobrevivência (%)	Ganho de massa (g)
T1	96,0	0,09 ± 0,03
T2	91,8	0,10 ± 0,01
T3	93,5	0,09 ± 0,02
T4	94,3	0,12 ± 0,04

Obs.: Não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os percentuais de sobrevivência não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Considerando que os tratamentos T2, T3 e T4 foram confeccionados de maneira caseira, com a inclusão de resíduos comumente descartados no ambiente de maneira inadequada e a utilização de ingredientes acessíveis ao

produtores, podemos dizer que a obtenção de resultados equivalentes aos do tratamento T1 é um resultado positivo. O mesmo resultado foi observado em relação a ganho de massa aparente. Em sistemas abertos, estudos relatam sobrevivências de 40 a 50% (CHAKRABORTY, 1999; NEW, 2002). Em sistemas de recirculação, a sobrevivência costuma ser maior que 60% (RA'ANAN, 1982; ONG, 1983; MALLASEN, 1998). Estes parâmetros podem variar conforme o sistema de cultivo adotado (aberto ou fechado), os cuidados no manejo dos tanques e os fatores testados. Sendo a sobrevivência neste experimento considerada ideal para essa fase e tempo de cultivo (VALENTI, 1998).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se através deste experimento, que a formulação de dietas praticas com inclusão de silagem acida de resíduos do beneficiamento de camarões *M. rosenbergii* é possível. O efeito do uso dessas dietas na alimentação desses camarões em fase de berçário II se mostra satisfatório, não apresentando diferenças significativas em comparação a alimentação com ração comercial. Essa tecnologia possibilita a utilização consciente dos resíduos na produção de dietas, mitigando os impactos ambientais gerados por descartes inadequados.

REFERÊNCIAS

ABCC - Dobraremos a produção de camarão no brasil se governo desistir da importação - <http://abccam.com.br/site/dobramos-a-producao-de-camarao-obrasil-se-governo-desistir-da-importacao/> - 2015.

ALBERT, R. A., HUEBNER, B. & DAVIS, L. W. Role of water activity in the spoilage of alfalfa hay. **Journal of Dairy Science**, 72, 2573-2581, 1989.

ANDERSON, D. P.; SIWICKI, A. K. Duration of protection against *Aeromonas salmonicida* in brook trout immunostimulated with glucan or chitosan by injection or immersion. **The Progressive Fish Culturist**, v. 56, n. 4, p. 258-261, 1994.

ARAUJO, T. D. A. Estudo dos fundamentos de microgranulação do fosfato bicálcico em um misturador aglomerador de alto cisalhamento. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 24 p.

BATISTA, W. P.; SILVA, C. E. M.; LIBERATO, M. C. Propriedades químicas e de pasta dos amidos de trigo e milho fosforilados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 1, p. 88-93, 2010.

BEERLI, E. L.; BEERLI, K. M. C.; LOGATO, P. V. R. Silagem ácida de resíduos de

truta (*Oncorhynchus mykiss*), com a utilização de ácido muriático. **Ciência Agrotécnica**, v.28, n.1, p.195-198, 2004.

BESSA-JUNIOR, A. P.; GONÇALVES, A. A. Análises econômica e produtiva da quitosana extraída do exoesqueleto de camarão. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 1, n. 1, p. 13-28, 2013.

CHAKRABORTY, C.; CHATTERJEE, T. K.; CHAKRABORTY, S. K.. Water quality of larval rearing system of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). **Environment and Ecology** 17:432-5, 1999.

COSTA C. N., et al - Silagem ácida do resíduo do camarão *Litopenaeus vannamei* em rações para tilápia do Nilo - **Acta Scientiarum. Animal Sciences** Maringá, v. 1, n.2, p. 161-167, 2009.

CUNHA, F. S. A.; RABELLO, C. B. V.; DUTRA JUNIOR, W. M.; LUDKE, M. C. M. M.; LOUREIRO, R. R. S.; FREITAS, C. R. G. Desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo farinha de resíduos do processamento de camarões (*Litopenaeus vannamei*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 28, n. 3, p. 273-279, 2006.

DAMASCENO, K. S. F. S. C. Farinha dos resíduos do camarão *Litopenaeus vannamei*: Caracterização e utilização na formulação de hambúrguer. 2007. 150f.

Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - **Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, 2007.

ESTEBAN, M. A.; CUESTA, A.; ORTUÑO, J.; MESEGUER, J. Immunomodulatory effects of dietary intake of chitin on gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) innate immune system. **Fish and Shellfish Immunology**, v. 11, n. 4, p. 303-315, 2001.

FAO, IFAD. WFP (2015), The State of Food Insecurity in the World 2015. Meeting the 2015 international hunger targets: taking stock of uneven progress. **Food and Agriculture Organization Publications, Rome**, 2016.

FERNANDES, J. B. K.; BUENO, R. J.; RODRIGUES, L. A.; FABREGAT, T. E.; SAKOMURA, N. K. Silagem ácida de resíduos de filetagem de tilápias em rações de juvenis de piauçu (*Leporinus macrocephalus*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 29, n. 3, p. 339-344, 2007.

FERRARO, V.; CRUZ, I.B.; JORGE, R F.; MALCATA, F.X.; PINTADO, M.E.; CASTRO, P.M.L. Valorization of natural extracts from marine source focused on marine by-products: A review. **Food Research International**, v.43, p.2221-2233, 2010.

FONSECA, H. Micotoxinas e problemas associados versus qualidade fungos. In: **Scussel, V. M.** (ed.) Atualidades em micotoxinas e armazenagem de grãos. Florianópolis, Santa Catarina, 2008.

GALVANI, F; GAERTNER, E. Adequação da Metodologia Kjeldahl para determinação de Nitrogênio Total e Proteína Bruta. **Circular técnica 63**, Corumbá, MS Maio, 2006.

GOPALAKANNAN, A.; ARUL, V. Immunomodulatory effects of dietary intake of chitin, chitosan and levamisole on the immune system of *Cyprinus carpio* and control of *Aeromonas hydrophila* infection in ponds. **Aquaculture**, v. 255, n. 1-4, p. 179-187, 2006.

GUILHERME, R.F.; CAVALHEIRO, J M O.; SOUZA, P.A.S. Caracterização química e perfil aminoácídico da farinha de silagem de cabeça de camarão. **Ciência Agrotécnica**, v.31, n.3, p.793- 797, 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). Métodos físico-químicos para análise de alimentos /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**, 2008 p. 1020.

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO. **Normas para apresentação de trabalhos acadêmicos e científicos**: documento impresso e/ou digital. 7. ed. rev. E ampl. Vitória: Ifes, 2016.

JOSÉ, B. R. *et al.* Aferição da composição nutricional de rações comercializadas para tilapicultura em Santa Catarina. 2017.

MALLASEN, M.; VALENTI, W. Comparison of artificial and natural, new and reused, brackish water for the larviculture of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in a recirculating system, **Journal of the World Aquaculture Society**. v. 29, n. 3, p. 345-350, 1998.

NEW, M. B. Farming freshwater prawns: A manual for the culture of the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). **FAO Fisheries Technical Paper 62**. FAO, Rome, 2002.

NWANNA, L. C.; BALOGUN, A. M.; AJENIFUJA, Y. F.; ENUJIUGHA, V. N. Replacement of fish meal with chemically preserved shrimp head in the diets of African catfish, *Clarias gariepinus*. **Food, Agriculture and Environment**, v. 2, n. 1, p. 79-83, 2004.

NWANNA, L. C. Nutritional value and digestibility of fermented shrimp head waste meal by African catfish *Clarias gariepinus*. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 6, n. 6, p. 339-345, 2003.

ONG, B. U. Progress in selecting an appropriate culture system for a small-scale *Macrobrachium rosenbergii* hatchery. **Aquaculture**. (35):267-72, 1983.

POERSCH, L. H. S. Perspectivas para o desenvolvimento dos cultivos de camarões marinhos no estuário da Lagoa dos Patos, RS. **Ciencia Rural** 36(4), 2006.

PRETO, B L. *et al.* Population structure of pond-raised *Macrobrachium amazonicum* with different stocking and harvesting strategies. **Aquaculture**, v. 307, n. 3-4, p. 206-211, 2010.

PLASCENCIA-JATOMEA, M.; OLVERA-NOVOA, M. A.; ARREDONDO-FIGUEROA, J. L.; HALL, G. M.; SHIRAI, K. Feasibility of fishmeal replacement by shrimp head silage protein hydrolysate in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) diets. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 82, n. 1, p. 753-759, 2002.

RA'ANAN, Z.; COHEN, D. Production of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, in Israel. **Winter activities** 1980/81. *Bamidgeh* (34):47-58, 1982.

REBOLLAR, P. G.; MATEOS, G. G. El fósforo en nutrición animal. Necesidades, valoración de materias primas y mejora de la disponibilidad. **Avances en nutrición y alimentación animal**, XV, p. 19-64, 1999.

SANTOS, F. M. S. Utilização de quitosana no revestimento de filés de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e na preparação de filmes incorporados com óleos essenciais. 2014.

VALENTI, W. C. - Aquicultura sustentável. In: CONGRESSO DE ZOOTECNIA, 12o, 2002. Vila Real, Portugal. Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. **Anais**. p.111 118, 2002.

VALENTI, W. C. Carcinicultura de água doce, Tecnologia para produção de camarões. **Brasília: Fapesp**, 1998.

VIDOTTI, Rose Meire; GONÇALVES, Giovani Sampaio. Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal. **Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio do Pescado Continental Instituto de Pesca-APTA-SAA**. São José do Rio Preto, SP, Brasil, 2006.

VIEIRA, S.G.A., *et al* - Técnicas para elaboração da farinha de cabeça de camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) - **CIRCULAR TÉCNICA 52**, Teresina, PI Dezembro, 2011.

VIEIRA, S.G.A. et al. Características físico-químicas da silagem da cabeça de camarão (*Litopenaeus vannamei*) sob influência de ácidos orgânicos. **PUBVET**,

Londrina, V. 7, N. 18, Ed. 241, Art. 1591, Setembro, 2013.

WANG, S.-L.; HWANG, J.-R. Microbial reclamation of shellfish waste for the production of chitinases. **Enzyme and Microbial Technology**. v.28, p.376-382. 2001.

Zimmermann, S. O Estado da Arte na Nutrição de Camarões de Água Doce. Trabalho apresentado no **I Encontro Sul-Brasileiro e V Encontro Catarinense de**

Aquicultura. Florianópolis, de 13 a 14 de Novembro de 1991.

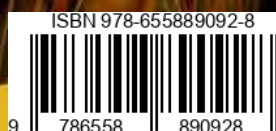
PESQUISAS EM TEMAS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

The cover features a photograph of wheat stalks in the foreground, with a cloudy sky in the background. The image is framed by a light beige border at the top and bottom.

VOLUME 4

PESQUISAS EM TEMAS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

VOLUME 4



Rfb
Editora