

# Impactos das Tecnologias nas Ciências Agrárias e Multidisciplinar

2

**Alan Mario Zuffo**

**Fábio Steiner**

**Jorge González Aguilera**

(Organizadores)

**Atena**  
Editora

Ano 2018

**Alan Mario Zuffo**  
**Fábio Steiner**  
**Jorge González Aguilera**  
(Organizadores)

# **Impactos das Tecnologias nas Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

## **2**

Atena Editora  
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação e Edição de Arte:** Geraldo Alves e Natália Sandrini

**Revisão:** Os autores

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

I34 Impactos das tecnologias nas ciências agrárias e multidisciplinar 2  
[recurso eletrônico] / Organizadores Alan Mario Zuffo, Fábio Steiner, Jorge González Aguilera. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (Impactos das Tecnologias nas Ciências Agrárias e Multidisciplinar; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-455090-8-0

DOI 10.22533/at.ed.080181510

1. Ciências agrárias. 2. Pesquisa agrária – Brasil. I. Zuffo, Alan Mario. II. Steiner, Fábio. III. Aguilera, Jorge González. IV. Série.

CDD 630

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

O conteúdo do livro e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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



## APRESENTAÇÃO

A obra “Impactos das Tecnologias nas Ciências Agrárias e Multidisciplinar” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu II volume, apresenta, em seus 16 capítulos, os novos conhecimentos tecnológicos para Ciências Agrárias nas áreas de Ciência e Tecnologia de Alimentos e Zootecnia.

As Ciências Agrárias englobam, atualmente, alguns dos campos mais promissores em termos de pesquisas tecnológicas nas áreas de Agronomia, Engenharia Florestal, Engenharia de Pesca, Medicina Veterinária, Zootecnia, Engenharia Agropecuária e Ciências de Alimentos que visam o aumento produtivo e melhorias no manejo e preservação dos recursos naturais. Além disso, a crescente demanda por alimentos aliada à necessidade de preservação e reaproveitamento de recursos naturais, colocam esses campos do conhecimento entre os mais importantes no âmbito das pesquisas científicas atuais, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

As tecnologias das Ciências Agrárias estão sempre sendo atualizadas e, a recomendação de uma determinada tecnologia hoje, possivelmente, não servirá para as futuras gerações. Portanto, estamos em constantes mudanças para permitir os avanços na Ciências Agrárias. E, cabe a nós pesquisadores buscarmos essa evolução tecnológica, para garantir a demanda crescente por alimentos em conjunto com a sustentabilidade socioambiental.

Este volume dedicado à Ciência de Alimentos e Zootecnia traz artigos alinhados com a qualidade e a produção sustentável de alimentos, ao tratar de temas como a caracterização físico-química e microbiológica de chás verde e vermelho, a elaboração de empanado de surubim-caparari, a preservação de *Lactobacillus acidophilus* utilizando Xantana pruni como agente encapsulante, o desempenho produtivo de frangos de corte e de suínos, o consumo de energia elétrica em unidade de produção de leite, o manejo dos resíduos sólidos e o uso da integração lavoura-pecuária-floresta para pecuaristas da região da Amazônia.

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

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área de Agronomia e, assim, garantir incremento quantitativos e qualitativos na produção de alimentos para as futuras gerações de forma sustentável.

Fábio Steiner  
Alan Mario Zuffo  
Jorge González Aguilera

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ATIVIDADE ANTIPROLIFERATIVA DO EXTRATO AQUOSO DE <i>PIPER TUBERCULATUM</i> JACQ. (PIPERACEAE)	
<i>Thammyres de Assis Alves</i>	
<i>Thayllon de Assis Alves</i>	
<i>Mitsue Ito</i>	
<i>Maikon Keoma da Cunha Henrique</i>	
<i>Milene Miranda Praça-Fontes</i>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>8</b>
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE CHÁS VERDE E VERMELHO COMERCIALIZADOS NA REGIÃO NORTE DO PARANÁ	
<i>Alessandra Bosso</i>	
<i>Adriana Aparecida Bosso Tomal</i>	
<i>Caroline Maria Calliari</i>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>21</b>
ELABORAÇÃO DE EMPANADO DE SURUBIM-CAPARARI ( <i>PSEUDOPLATYSTOMA CORUSCANS</i> ) E PESQUISA DE ACEITAÇÃO	
<i>Luciana Alves da Silva Tavone</i>	
<i>Kauyse Matos Nascimento</i>	
<i>Rodrigo Thibes Gonsalves</i>	
<i>Suelen Siqueira dos Santos</i>	
<i>Monica Regina da Silva Scapim</i>	
<i>Angela Dulce Cavenaghi Altemio</i>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>33</b>
ESTUDO DA HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DO SORO DE LEITE UTILIZANDO BETA-GALACTOSIDASE DE <i>ASPERGILLUS ORYZAE</i>	
<i>Adriana Aparecida Bosso Tomal</i>	
<i>Alessandra Bosso</i>	
<i>Lucas Caldeirão Rodrigues Miranda</i>	
<i>Raúl Jorge Hernan Castro Gómez</i>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>45</b>
FILMES DE AMIDO PRODUZIDOS POR EXTRUSÃO	
<i>Bruna dos Santos</i>	
<i>Tânia Maria Coelho</i>	
<i>Arthur Maffei Angelotti</i>	
<i>Ederaldo Luiz Beline</i>	
<i>Nabi Assad Filho</i>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>57</b>
INIBIÇÃO DO ESCURECIMENTO ENZIMÁTICO DO NÉCTAR DE MAÇÃ EM PRESENÇA DE B-CICLODEXTRINA	
<i>Aline Takaoka Alves Baptista</i>	
<i>Amauri Henrique de Carvalho Junior</i>	
<i>Daniel Mantovani</i>	
<i>Renan Araújo de Azevedo</i>	
<i>Rita de Cássia Bergamasco</i>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>64</b>
OBTAINING BIOCATALYSTS BY CELL PERMEABILIZATION OF <i>SACCHAROMYCES FRAGILIS</i> IZ 275 WITH LACTOSE HYDROLYSIS CAPACITY	
<i>Luiz Rodrigo Ito Morioka</i>	
<i>Geyci de Oliveira Colognesi</i>	

<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>75</b>
PRESERVAÇÃO DE LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS UTILIZANDO XANTANA PRUNI COMO AGENTE ENCAPSULANTE	
<i>Júlia Borin Fioravante</i> <i>Izadora Almeida Perez</i> <i>Eliane Lemke Figueiredo</i> <i>Victoria de Moraes Gonçalves</i> <i>Patrícia Diaz de Oliveira</i> <i>Claire Tondo Vendruscolo</i> <i>Angelita da Silveira Moreira</i>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>82</b>
VIABILIDADE DE LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS ATCC 4356 MICROENCAPSULADO ADICIONADO A IOGURTE BATIDO SABORIZADO COM POLPA DE MIRTILLO (VACCINIUM SPP)	
<i>Júlia Borin Fioravante</i> <i>Eliane Lemke Figueiredo</i> <i>Izadora Almeida Perez</i> <i>Victoria de Moraes Gonçalves</i> <i>Patrícia Diaz de Oliveira</i> <i>Claire Tondo Vendruscolo</i> <i>Angelita da Silveira Moreira</i>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>89</b>
DESEMPENHO PRODUTIVO DE FRANGOS DE CORTE – UM ESTUDO DE CASO	
<i>Simeia Paula Garmus</i> <i>Andréa Machado Groff</i>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>97</b>
DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NOS CURTUMES DO CEARÁ	
<i>Nayana de Almeida Santiago Nepomuceno</i> <i>Marilângela da Silva Sobrinho</i> <i>Ana Lúcia Feitoza Freire Pereira</i> <i>Jamily Murta de Sousa Sales</i>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>106</b>
EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DA PROGESTERONA NA TAXA DE CONCEPÇÃO E RESSINCRONIZAÇÃO DE RECEPTORAS DE EMBRIÕES EM VACAS NELORE	
<i>Carina Cavichioli</i> <i>Fábio Luiz Bim Cavalieri</i> <i>Rafael Ricci Mota</i> <i>Antonio Hugo Bezerra Colombo</i> <i>Márcia Aparecida Andreazzi</i> <i>Pedro Henrique Baeza</i>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>114</b>
ESTUDO DO CONSUMO ESPECÍFICO DE ENERGIA ELÉTRICA EM UNIDADE DE PRODUÇÃO DE LEITE NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ	
<i>Gislaine Silva Pereira</i> <i>Eduardo David</i>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>120</b>
FORMAS DE APLICAR O CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL E ESTABELECEER A EXIGÊNCIA DE AMINOÁCIDOS PARA SUÍNOS	
<i>Liliane Olímpio Palhares</i> <i>Wilson Moreira Dutra Júnior</i>	

*Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke*

**CAPÍTULO 15..... 134**

SISTEMA AGROFLORESTAL: UM ESTUDO DE CASO NO SÍTIO SIÃO NA COMUNIDADE BOM SOSSEGO, BELTERRA-PA

*Jardriana Carvalho de Oliveira*  
*Diemenson Noronha Mendes*  
*Pedro Celson Bentes Castro*  
*Marijara Serique de Almeida Tavares*

**CAPÍTULO 16..... 152**

TRANSFERÊNCIA DA TECNOLOGIA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA PARA PECUARISTAS NA AMAZÔNIA MARANHENSE

*Maria Karoline de Carvalho Rodrigues de Sousa*  
*Victor Roberto Ribeiro Reis*  
*Elimilton Pereira Brasil*  
*Luciano Cavalcante Muniz*  
*Joaquim Bezerra Costa*  
*Carlos Augusto Rocha de Moraes Rego*

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 166**

## ATIVIDADE ANTIPROLIFERATIVA DO EXTRATO AQUOSO DE *PIPER TUBERCULATUM* JACQ. (PIPERACEAE)

### **Thammyres de Assis Alves**

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde– CCENS -UFES/Departamento de Biologia, Alegre-Espírito Santo, thammyresalves@gmail.com;

### **Thayllon de Assis Alves**

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde– CCENS -UFES/Departamento de Biologia, Alegre-Espírito Santo, thayllonalves@hotmail.com

### **Mitsue Ito**

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde– CCENS -UFES/Departamento de Biologia, Alegre-Espírito Santo, mitsue.ito@gmail.com

### **Maikon Keoma da Cunha Henrique**

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde– CCENS -UFES/Departamento de Biologia, Alegre-Espírito Santo, maikon.henriques@hotmail.com

### **Milene Miranda Praça-Fontes**

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde– CCENS -UFES/Departamento de Biologia, Alegre-Espírito Santo, milenemiranda@yahoo.com.br

**RESUMO:** A preocupação e as discussões sobre os impactos ambientais e a saúde humana provocados pela utilização de herbicidas sintéticos tem aumentado nos últimos anos. Entretanto, tais compostos são

importantes para a agricultura mundial. Logo, encontrar formas alternativas de combate às ervas daninhas se faz necessário para suprir a necessidade agrícola e diminuir os danos ambientais. Compostos naturais e plantas que apresentam efeito alelopático/antiproliferativo podem ser uma alternativa. Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial bioherbicida/antiproliferativo do extrato aquoso de folhas de *Piper tuberculatum* em células meristemáticas de raízes de alface, uma planta modelo utilizada em bioensaios vegetais. Para isso, sementes de alface foram tratadas com o extrato aquoso de folhas de *P. tuberculatum* com as concentrações de 100mg/mL, 50mg/mL, 25mg/mL e 12,5mg/mL e como controle negativo foi utilizada água destilada. Após 48h de exposição aos tratamentos as raízes foram coletadas, fixadas e posteriormente foram preparadas e analisadas as lâminas. Observou-se atividade antiproliferativa do extrato a partir da diminuição do Índice Mitótico. Além disso, houve aumento nas frequências das alterações cromossômicas e nucleares, destacando condensamento do núcleo, poliploidização cromossômica e cromossomo perdido. Esses resultados demonstraram o efeito aneugênico do extrato aquoso de *P. tuberculatum* e revelaram atividade mutagênica, tendo potencial para ser investido como bioherbicida.

**PALAVRAS-CHAVE:**

alelopatia,



aneugenicidade, bioensaios, bioherbicida, mutagênese.

**ABSTRACT:** Concern and discussions on environmental and human health impacts of synthetic herbicides have increased in recent years. However, such compounds are important for the world agriculture. Finding alternative ways of weed control is necessary to meet the agricultural need and to reduce environmental damage. Natural compounds and plants that exhibit allelopathic/antiproliferative effect may be an alternative. Therefore, the objective of this study was to evaluate the bioherbicidal/antiproliferative potential of *Piper tuberculatum* aqueous leaf extract in meristematic cells of lettuce roots, a model plant used in plant bioassays. Lettuce seeds were treated with the aqueous leaf extract of *Piper tuberculatum* with concentrations of 100mg/mL, 50mg/mL, 25mg/mL and 12,5mg/mL and distilled water was used as a negative control. After 48 hours of exposure to the treatments, the roots were collected and placed on slides in order to be analyzed. Antiproliferative activity of the extract was observed from the decrease in the Mitotic Index. Furthermore, there was an increase in the frequencies of chromosomal and nuclear alterations, highlighting condensation nucleus, chromosome polyploidization and lost chromosome. These results show the aneugenic effect of the aqueous extract of *P. tuberculatum* and mutagenic activity, and a potential to be invested as a bioherbicide.

**KEYWORDS:** allelopathy, aneugenicity, bioassays, bioherbicide, mutagenesis.

## 1 | INTRODUÇÃO

A aplicação de defensivos agrícolas é uma atividade corriqueira na agricultura atual. Tal fato, pode ser comprovado pelos consecutivos aumentos nas vendas desses compostos químicos. Porém existem duas preocupações acerca do uso de tais moléculas e especialmente em relação aos herbicidas sintéticos: a primeira é relacionada a eficácia desses compostos, devido à resistência adquirida pelas plantas daninhas após várias aplicações do composto; a segunda é com a saúde humana e os impactos ambientais que os defensivos podem provocar (EDDLESTON et al., 2002; TRANEL e WRIGHT, 2002; CABRERA et al., 2008; PINHEIRO et al., 2015). Dessa maneira, uma forma de minimizar tais problemas é a aplicação de bioherbicidas.

A avaliação do potencial alelopático das plantas e seus mecanismos de ação tem sido relevante para a agricultura, tanto na busca de bioherbicidas, que é uma forma alternativa de controlar as plantas daninhas, diminuindo a aplicação de herbicidas sintéticos nas lavouras, quanto no manejo das culturas, evitando que espécies vegetais com efeito alelopático sejam cultivadas próximas às outras, otimizando assim a produção (IGANCI et al., 2006).

O gênero *Piper* se destaca pela importância comercial e econômica, abrigando as pimentas (PARMAR et al, 1997). Além da importância comercial, há relatos de atividades biológicas como: inseticida, larvicida, além do uso medicinal, para diversas

espécies (MORAIS et al., 2007; SANTOS et al., 2015; MULLALLY et al., 2016).

Dentre as mais de 1000 espécies pertencentes ao gênero *Piper*, está *Piper tuberculatum*, que possui distribuição nas Américas e pode ser encontrada do México à Argentina (GUIMARÃES e GIORDANO, 2004). Segundo Facundo et al. (2008), *P. tuberculatum* é utilizada na medicina popular como antidoto para veneno de cobras e como sedativo. Tal atividade biológica pode estar relacionada com suas propriedades químicas. Pamar et al. (1997), relatou a presença de amidas, ácido benzóico e flavonóides, reconhecidos como compostos fitotóxicos (ARAGÃO et al., 2017).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito antiproliferativo do extrato aquoso de folhas de *P. tuberculatum*, bem como elucidar o seu mecanismo de ação frente ao ciclo celular de *Lactuca sativa*, além de averiguar seu potencial para aplicação como bioherbicida.

## 2 | METODOLOGIA

Inicialmente, foram coletadas folhas adultas de diferentes indivíduos de *Piper tuberculatum*. Essas folhas foram liofilizadas por 72h. Para preparo do extrato aquoso foram pesados 30g de folhas trituradas, as quais foram colocadas em 300 mL de água destilada aquecida a 100°C. Após 10 min de descanso, o extrato foi filtrado, obtendo-se o concentrado de 100mg/mL, o qual foi diluído para a obtenção das concentrações de 50 mg/mL, 25 mg/mL e 12,5 mg/mL.

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizadas sementes de *Lactuca sativa* como modelo vegetal e como controle negativo foi utilizado água destilada. Utilizou-se placa de Petri para acondicionar as sementes tratadas, as quais foram lacradas com papel filme e acondicionadas à uma câmara de germinação (BOD) à 24°C±2°C, onde ficaram armazenadas durante o experimento.

O experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado, sendo cada tratamento constituído por cinco repetições. Após 48h de exposição, 10 raízes de cada tratamento foram coletadas, fixadas em álcool etílico:ácido acético (3:1), e armazenadas a -20°C por pelo menos 24 horas. Posteriormente foi realizada a análise citogenética. Para isso, as lâminas foram preparadas pela técnica de esmagamento e coradas com orceína acética 2% (ANDRADE-VIEIRA et al., 2014).

Foram avaliadas 5000 células meristemáticas por tratamento, sendo observadas e quantificadas as diferentes fases da divisão mitótica, possíveis alterações cromossômicas (AC) e nucleares (AN). O índice mitótico (IM) foi obtido dividindo o número de células em divisão (prófase, metáfase, anáfase e telófase) pelo total de células avaliadas em cada tratamento. As frequências das ACs foram obtidas dividindo o número de AC pelo número total de células em divisão. Já as frequências das ANs foram obtidas dividindo o número de AN pelo número total de células avaliadas (ANDRADE-VIEIRA et al., 2014).

Os dados encontrados com as análises foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas com teste de Dunnett ( $p < 0,05$ ), no programa GENES (CRUZ, 2013).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das lâminas preparadas com os meristemas radiculares de alface expostas aos diferentes tratamentos com os extratos de folhas de *Piper tuberculatum* revelou atividade antiproliferativa dose dependente. Observou-se um decréscimo no IM a medida que aumentou-se a concentração do extrato aquoso. Essa inibição do IM foi significativa quando comparado com o controle negativo, sendo 89% e 33% nos tratamentos de 50 mg/mL e 25 mg/mL, respectivamente, conforme demonstrado na tabela 1. Não foi possível realizar análises citogenéticas do tratamento de 100 mg/mL, pois as sementes tratadas com essa concentração do extrato aquoso não germinaram, não tendo dessa forma, desenvolvimento do meristema. Essa ausência de germinação revelou o potencial tóxico dos extratos para as sementes de alface.

Em ambientes tóxicos o IM pode ser bastante plástico podendo sofrer aumento ou diminuição. Dessa forma, o aumento do IM é indicativo de citotoxicidade quando acompanhado de acréscimo nas AC e AN. Uma vez que, as células mantêm o processo de divisão celular ativo, entretanto defeituoso, passando esses “erros” genéticos para as células-filhas. Já a redução do IM indica que o ambiente não está propício e um menor número de células está em processo de divisão mitótica, logo, tem-se menor proliferação celular (IGANCI et al., 2006; PINHEIRO et al., 2015), sendo essa última observada no presente trabalho.

	50mg/mL	25mg/mL	12,5mg/mL	Água destilada
IM	1,10	6,98	8,98a	10,38a
AC	28,82	15,29a	15,13a	1,81a
AN	15,16	5,32	4,68	0,00a
MN	0,16a	0,12a	0,08a	0,00a
Perdido	0,00a	0,93a	1,98	0,22a
Pegajoso	5,57a	3,98a	5,11a	1,39a
C-Metáfase	7,35a	3,22a	1,13a	0,20a
Ponte	2,35a	1,66a	1,81a	0,00a
Poliploide	0,00a	3,47	4,21	0,00a

**Tabela 1** – Parâmetros para avaliar a citotoxicidade do extrato aquoso de *Piper tuberculatum* em células meristemáticas de *Lactuca sativa*

\*as médias seguidas pela letra a nas linhas se igualaram ao controle (Água) de acordo com o teste de Dunnett à 5% de significância. Onde: IM – representa a porcentagem do índice mitótico, AC – a porcentagem das alterações cromossômicas, AN – a porcentagem das alterações nucleares, MN – a porcentagem dos micronúcleos, Perdidos – a porcentagem dos cromossomos perdidos, Pegajoso - a porcentagem de cromossomos pegajosos, C-Metáfase - a porcentagem de cromossomos em c-metáfase, Ponte - a porcentagem de pontes cromossômicas, Poliploide - a porcentagem de poliplodização cromossômica.

Com a redução do IM ocorreu um aumento de 15 vezes na frequência de AC nas células meristemáticas das raízes tratadas com o extrato aquoso na concentração de 50mg/mL, comparado com o controle. Houve ainda aumento na frequência de AN nas células meristemáticas de todos os tratamentos com o extrato aquoso testado, sendo os mais acentuados na maior concentração (Tabela 1).

As AN se apresentaram de duas formas: núcleo condensado e micronúcleo (MN), porém como observado na tabela 1, não houve diferença significativa entre as médias de MN dos tratamentos quando comparados com o controle. Dessa forma, a principal AN encontrada foi o condensamento dos núcleos, sendo essa uma característica de morte celular programada. Essa alteração pode ser encontrada em células que sofreram algum tipo de injúria que foi identificada por sua maquinaria, e que, para evitar danos maiores e transferência de erros para células filhas, entram em processo de morte. Assim, essa AN evidencia o efeito tóxico. Além disso, o aumento de células com núcleo condensado, ou seja, células que não estão se dividindo mais, apoia a diminuição do IM encontrada (ANDRADE et al., 2010; ANDRADE-VIEIRA et al., 2011; ALVES et al., 2018).

Observou-se acréscimo significativo de 9 vezes na frequência de cromossomos perdidos no tratamento com extrato aquoso de 12,5mg/mL e aumento na frequência de células poliploides no tratamento com 25 e 12,5mg/mL (Tabela 1). A presença de cromossomos perdidos indica uma alteração parcial na dinâmica do fuso mitótico, a qual resulta na inativação de algum/alguns microtúbulos. Assim, um ou mais cromossomos não são ligados a nenhum dos polos da célula, ficando “perdidos”. A ocorrência de células poliploides também demonstra alteração no estabelecimento do fuso mitótico. Entretanto, em casos de poliploidias, ocorre a inativação completa dos microtúbulos, resultando em uma célula com o dobro de cópias genética (FERNANDES et al., 2009; SANTOS et al., 2018).

As AC podem ser utilizadas para elucidação do mecanismo de ação do agente tóxico, o qual pode ser dividido em: (1) clastogênico - quando o DNA do indivíduo é alterado pela substância mutagênica, sendo expresso pela ocorrência de pontes e fragmentos cromossômicos, e (2) aneugênico - caracterizado pela atividade da substância frente à maquinaria do fuso mitótico, sendo expresso pelo aumento na frequência de cromossomos perdidos e poliploidização cromossômica. Assim, de acordo com os resultados observados (Tabela 1), o extrato folhear avaliado apresenta mecanismo de ação aneugênico, alterando assim, a dinâmica dos microtúbulos durante a mitose (ANDRADE-VIEIRA, 2012; ARAGÃO et al., 2015; BERNARDES et al., 2015; COSTA et al., 2017; ALVES et al., 2018).

## 4 | CONCLUSÕES

Os dados acessados demonstraram o efeito antiproliferativo do extrato aquoso

de *Piper tuberculatum* em relação ao ciclo celular de células meristemáticas de *Lactuca sativa*, sendo este efeito evidenciado pela redução gradativa do índice mitótico. Esta pesquisa também permitiu a elucidação do mecanismo de ação do extrato a partir da observação das alterações cromossômicas, podendo-se concluir que o extrato aquoso de *P. tuberculatum* possui mecanismo de ação aneugênico e apresenta potencial para ser aplicado como bioherbicida.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, T. A.; PINHEIRO, P. F.; PRAÇA-FONTES, M. M.; ANDRADE-VIEIRA, L. F.; CORRÊA, K. B.; ALVES, T. A.; DA CRUZ, F. A.; LACERDA JÚNIOR, V.; FERREIRA, A.; SOARES, T. C. B. **Toxicity of thymol, carvacrol and their respective phenoxy acetic acids in *Lactuca sativa* and *Sorghum bicolor***. Industrial Crops and Products. v. 114, p. 59-67, 2018.
- ANDRADE, L.F., DAVIDE, L.C., GEDRAITE, L.S. **The effect of cyanide compounds, fluorides and inorganic oxides present in spent pot liner on germination and root tip cells of *Lactuca sativa***. Ecotoxicology and Environmental Safety, v. 73, p. 626-631, 2010.
- ANDRADE-VIEIRA, L.F., DAVIDE, L.C., GEDRAITE, L.S., CAMPOS, J.M.S.; HAZEVEDO, H. **Spent Pot Liner (SPL) induced DNA damage and nuclear alterations in root tip cells of *Allium cepa* as a consequence of programmed cell death**. Ecotoxicology and Environmental Safety, v. 74, p. 822-828, 2011.
- ANDRADE-VIEIRA, L.F. **Toxicity of landfills assessed by plant cytogenetic approaches**. In: Landfills: Waste Management, Regional Practices and Environmental Impact (Eds., Gustavo B. C. Cabral & Beatriz A. E. Botelho), Nova Publishers, New York, p. 319-330, 2012.
- ANDRADE-VIEIRA, L. F.; BOTELHO, C.M.; PALMIERI, M. J.; LAVIOLA, B G; PRAÇA-FONTES, M. M. **Effects of *Jatropha curcas* oil in *Lactuca sativa* root tip bioassays**. Anais da Academia Brasileira de Ciências (Impresso), v. 86, p. 373-382, 2014.
- ARAGÃO F. B.; PALMIERI, M. J.; FERREIRA, A.; COSTA, A. V.; QUEIROZ, V. T.; PINHEIRO, P. F.; ANDRADE-VIEIRA, L. F. **Phytotoxic and cytotoxic effects of *Eucalyptus* essential oil on lettuce (*Lactuca sativa* L.)**. Allelopathy Journal, v. 35, n. 1, p. 259-272, 2015.
- ARAGÃO, F. B.; QUEIROZ, V. T.; FERREIRA, A.; COSTA, A. V.; PINHEIRO, P. F.; CARRIJO, T. T.; ANDRADE-VIEIRA, L. F. **Phytotoxicity and cytotoxicity of *Lepidaploa rufogrisea* (Asteraceae) extracts in the plant model *Lactuca sativa* (Asteraceae)**. Revista de Biologia Tropical. v. 65, p. 1-10, 2017.
- BERNARDES, P. M. ; ANDRADE-VIEIRA, L. F. ; ARAGÃO, F. B. ; FERREIRA, A. ; FERREIRA, M. F. S. **Toxicity of difenoconazole and tebuconazole in *Allium cepa***. Water, Air and Soil Pollution (Dordrecht. Online), v. 226, p. 207-218, 2015.
- CABRERA. L.; COSTA, F. P.; PRIMEL, E. G. **Estimativa de risco de contaminação das águas por pesticidas na região sul do Estado do RS**. Química Nova, v. 31, n. 8, p. 1982-1986, 2008.
- COSTA, A. V., DE OLIVEIRA, M. V. L., PINTO, R. T., MOREIRA, L. C., GOMES, E. M. C., ALVES, T. A., PINHEIRO, P. F., DE QUEIROZ, V. T., ANDRADE-VIEIRA, L. F., TEIXEIRA, R. R., JESUS JÚNIOR, W. C. **Synthesis of Novel Glycerol-Derived 1,2,3-Triazoles and Evaluation of Their Fungicide, Phytotoxic and Cytotoxic Activities**. Molecules, v. 22, n. 10, p. 1-15, 2017.
- CRUZ, C.D. **GENES –a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics**. Acta Scientiarum Agronomy (Online), v.35, p.271–276, 2013.



EDDLESTON, M.; KARALLIEDDE, L.; BUCKLEY, N.; FERNANDO, R.; HUTCHINSON, G.; ISBISTER, G.; KONRADSEN, F.; MURRAY, D.; PIOLA, J. C.; SENANAYAKE, N.; SHERIFF, R.; SINGH, S.; SIWACH, S. B.; SMIT, L. **Pesticide poisoning in the developing world: a minimum pesticides list.** Lancet, v. 360, n.9340, p. 1163-7, 2002.

FACUNDO, V. D.; POLLI, A. R.; RODRIGUES, R. V.; MILITÃO, J. S. L. T.; STABELLI, R. G.; CARDOSO, C. T. **Constituintes químicos fixos e voláteis dos talos e frutos de *Piper tuberculatum* Jacq. e das raízes de *P. hispidum* H.B.K.** Acta Amazônica, v. 38, n. 4, p. 733-742, 2008.

FERNANDES, T.C.C.; MAZZEO, D. E. C.; MARIN-MORALES, M. A. **Origin of nuclear and chromosomal alterations derived from the action of an aneugenic agent - Trifluralin herbicide.** Ecotoxicology Environmental Safety. v. 72, n.6, p.1680–1686, 2009.

GUIMARÃES, E. F., GIORDANO, L. C. S. **Piperaceae do nordeste brasileiro I: estado do Ceará.** Rodriguésia, v. 55, n. 84, p. 21-46, 2004.

IGANCI, J.R.V.; BOBROWSKI, V.L.; HEIDEN, G.; STEIN, V.C.; ROCHA, B.H.G. **Efeito do Extrato Aquoso de Diferentes Espécies de Boldo sobre a Germinação e Índice Mitótico de *Allium cepa* L.** Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v.73, n.1, p.79-82, 2006.

MORAIS, S.M.; FACUNDO, V.A.; BERTINI, L.M.; CAVALCANTI, E.S.B.; JUNIOR, J.F.A.; FERREIRA, S.A. **Chemical composition and larvicidal activity of essential oils from *Piper* species.** Biochemical Systematics and Ecology, v.35, n.10, p.670-675, 2007.

MULLALLY, M.; CAYER, C.; MUHAMMAD, A.; WALSH-ROUSSEL, B.; AHMED, F.; SANCHEZ-VINDAS, P. E.; ROJAS, M. O.; MERALI, Z.; CAL, V.; DURST, T.; TRUDEAU, V. L.; ARNASON, J. T. **Anxiolytic activity and active principles of *Piper amalago* (Piperaceae), a medicinal plant used by the Q'eqchi' Maya to treat susto, a culture-bound illness.** Journal Ethnopharmacology, v. 5, p.185-147, 2016.

PARMAR, V. S.; JAIN, S. C.; BISHT, K. S.; JAIN, R.; TANEJA, P.; JHA, A.; TYAGI, O. D.; PRASAD, A. K.; WENGEL, J.; OLSEN, C. E.; BOLL, P. M. **Phytochemistry of the Genus *Piper*.** Phytochemistry, v. 46, n. 4, p. 591-673, 1997.

PINHEIRO, P. F.; COSTA, A. V.; ALVES, T. A.; GALTER, I. N.; PINHEIRO, C. A.; PEREIRA, A. F.; OLIVEIRA, C. M. R.; FONTES, M. M. P. **Phytotoxicity and cytotoxicity of essential oil from leaves of *Plectranthus amboinicus*, carvacrol and thymol in plant bioassays.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 63, p. 8981-8990, 2015.

SANTOS, V. L. P.; FRANCO, C. R. C.; AMANO, E.; MESSIAS-REASON, I. J.; BUDEL, J. M. **Anatomical investigations of *Piper amalago* (jaborandi-manso) for the quality control.** Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 25, p. 85–91, 2015.

SANTOS, F. E.; CARVALHO, M. S. S.; SILVEIRA, G. L.; CORREA1, F. F.; CARDOSO, M. G.; ANDRADE-VIEIRA, L. F.; VILELA, L. R. **Phytotoxicity and cytogenotoxicity of hydroalcoholic extracts from *Solanum muricatum* Ait. and *Solanum betaceum* Cav. (Solanaceae) in the plant model *Lactuca sativa*.** Environmental Science and Pollution Research. v. 25, p. 1-11, 2018.

TRANEL, P. J.; WRIGHT T. R. **Resistance of weeds to ALS-inhibiting herbicides: what have we learned?** Weed Science, v. 50, p. 700-712, 2002.

## CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE CHÁS VERDE E VERMELHO COMERCIALIZADOS NA REGIÃO NORTE DO PARANÁ

### **Alessandra Bosso**

Universidade Pitágoras Unopar, Mestrado em  
Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados  
Londrina – Paraná

### **Adriana Aparecida Bosso Tomal**

Universidade Estadual de Londrina, Departamento  
de Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Londrina – Paraná

### **Caroline Maria Calliari**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
UTFPR  
Londrina -Paraná

**RESUMO:** O chá é uma das bebidas mais consumidas no mundo. Desta forma, análises que comprovem a qualidade de manipulação, produção e armazenamento dos chás comercializados são importantes para a saúde da população. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade físico-química e microbiológica de seis amostras de chás verde e vermelho (*Camellia sinensis*) comercializadas na região Norte do Paraná. Para a análise de umidade, apenas uma amostra não estava em conformidade com a legislação vigente. Para as análises de resíduo mineral fixo todas as amostras estavam dentro do padrão exigido, e para resíduos minerais insolúveis apenas uma amostra estava fora dos padrões estabelecidos. A análise microscópica não

apresentou desacordo com a legislação. Para análises microbiológicas de coliformes totais e termotolerantes duas amostras não estavam em conformidade para cada uma das análises. Nenhuma amostra foi identificada por contaminação por *Salmonella* sp. Diante dos resultados, existe a necessidade de um controle mais efetivo sobre a comercialização de chás, para que os consumidores tenham garantias de qualidade na compra e no consumo de chás.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Camellia sinensis*, Chás verde, Chá vermelho, Controle de qualidade.

**ABSTRACT:** Tea is one of the most consumed beverages in the world. In this way, analyzes that prove the quality of manipulation, production and storage of the teas marketed are important for the health of the population. The objective of this work was to evaluate the physical-chemical and microbiological quality of six samples of green and red (*Camellia sinensis*) teas marketed in the Northern region of Paraná. For the moisture analysis, only one sample was not in compliance with the current legislation. For the analyzes of fixed mineral residue all the samples were within the required standard, and for insoluble mineral residues, only one sample was outside the established standards. The microscopic analysis did not disagree with the legislation. The microbiological analyzes of total coliforms and thermotolerant coliforms,

two samples did not conform to each of the analyzes. No sample was identified by contamination by *Salmonella* sp. Given the results, there is a need for a more effective control over the marketing of teas, so that consumers have quality guarantees on the purchase and consumption of teas.

**KEYWORDS:** *Camellia sinensis*, Green tea, Red tea, Quality control.

## 1 | INTRODUÇÃO

Denomina-se Chá o produto constituído de uma ou mais partes de espécie(s) vegetal(is) inteira(s), fragmentada(s) ou moída(s), com ou sem fermentação, tostada(s) ou não, constantes no Regulamento Técnico de Espécies Vegetais para o Preparo de Chás. O produto pode ser adicionado de aroma e ou especiaria para conferir aroma e ou sabor (BRASIL, 1998).

Popularmente dá-se o nome de chá a qualquer infusão de uma ou mais plantas. Atualmente, cerca de três mil produtos identificam-se com o nome de chá, mas apenas se deve designar por chá o que é feito a partir das folhas da *Camellia sinensis* (SAIGG; SILVA, 2009). Os outros produtos devem ser denominados de “Chá”, seguido do nome comum da espécie vegetal utilizada, podendo ser acrescido do processo de obtenção e ou característica específica. Podendo ser utilizadas denominações consagradas pelo uso popular (BRASIL, 1998).

A *Camellia sinensis* é uma árvore ou arbusto da família das Teáceas ou Cameliáceas, nativa da China que se reproduz em zonas de alta umidade e de temperaturas amenas, independente da altitude (DUARTE; MENARIM, 2006; DUFRESNE; FARNWORTH, 2000; SCOTTI et al., 2007). A planta é cultivada em mais de 30 países tropicais e subtropicais e dependendo do tratamento a que são sujeitas podem ser classificadas em chá verde, vermelho, branco e preto (LIMA et al., 2009). Dessa forma, pode-se afirmar que todos possuem a mesma origem, mas se diferem na modalidade de seu processamento (BRAIBANTE et al., 2014).

Para a obtenção do chá verde as folhas são colhidas e em seguida submetidas a secagem pelo calor. Já para o chá vermelho as folhas são submetidas a uma dupla fermentação. Para o chá branco apenas as folhas jovens são colhidas e passam por um processo de vaporização e são secas sem sofrerem oxidação. E finalmente o chá preto é derivado de folhas envelhecidas pela oxidação aeróbica das catequinas, catalisada enzimaticamente (TANAKA; KOUNO, 2003; SANO et al., 1995).

As virtudes medicinais dos chás são de conhecimento milenar, principalmente seu efeito estimulante. As folhas dos chás verde, vermelho, branco e preto possuem composição semelhante em proteínas, glicídios, ácido ascórbico, vitaminas do complexo B, cafeína, teobromina, teofilina e ácido gálico. E diferem em outros compostos (KHALSA, 2005; SIMÕES, 1999).

Existe uma tendência mundial de aumento na demanda por plantas e preparações

de origem vegetal como recurso terapêutico, influenciado por fatores econômicos, sociais, nutricionais e culturais (BUGNO, 2005).

O chá é tradicionalmente usado nos seus países de origem como uma bebida que traz benefícios para a saúde. Inúmeros pesquisadores têm se dedicado aos estudos dos efeitos do chá sobre o organismo, bem como a conhecer melhor as substâncias que promovem esses efeitos. Esse interesse está diretamente relacionado a estudos dos flavonoides, que é uma substância contida nos chás e que traz benefícios ao ser consumida (SALDANHA, 2005).

O chá produzido a partir das folhas da planta *C. sinensis* é, depois da água, a bebida não alcoólica mais consumida no mundo (RIETVELD; WISEMAN, 2003).

O aumento no consumo de drogas vegetais transformou-se em um problema de Saúde Pública, devido à possibilidade de acesso a produtos sem adequadas condições de consumo. Fatores como poluição na água de irrigação, solo, atmosfera, manipulação, condições da coleta, secagem e estocagem são aspectos a serem considerados no controle de produtos naturais, por permitirem altos níveis de contaminação microbiológica (BUGNO, 2005).

As empresas comercializadoras de chás devem seguir o regulamento técnico sobre as condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação, tanto para os produtos manipulados como para os processados, e também devem obedecer aos padrões de identidade e qualidade estabelecida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, ANVISA (BRASIL, 1998).

Dentre os principais microrganismos potencialmente patogênicos encontrados em vegetais estão *Salmonella* sp e *Escherichia coli*, ambos associados à contaminação fecal (WHO, 1998).

Segundo Campos (1980), todas as espécies de *Salmonella* sp devem ser consideradas como agentes potencialmente patogênicos e devem estar ausentes nas amostras.

De acordo com a ANVISA, quanto ao padrão de características microbiológicas, os chás não devem exceder o padrão para bactérias do grupo coliforme termotolerantes que é de no máximo 10g.

Também deve ser efetuada análise para determinação de outros microrganismos ou de substâncias tóxicas de origem microbiana, sempre que se tornar necessária à obtenção de dados adicionais sobre o estado higiênico-sanitário dessa classe do alimento, ou quando ocorrer intoxicação alimentar (BRASIL, 1978).

De acordo com a ANVISA os chás devem seguir os seguintes padrões de características físico-químicas: umidade (máximo 12% p/p); resíduo mineral fixo (máximo 8% p/p); resíduo mineral fixo insolúvel em ácido clorídrico a 10% v/v (máximo 1,5% p/p) (BRASIL, 1978).

Além das análises microbiológicas e físico-químicas citadas acima a ANVISA exige as análises de característica microscópicas que deve seguir as especificações apresentadas na Tabela 01 (BRASIL, 1998).

Parâmetro	Limite
Fragmentos de insetos próprios da cultura	Máximo 15/10g
Fragmentos de insetos próprios da cultura	Máximo 15/10g
Insetos e ácaros vivos	Ausência em 10g
Insetos próprios da cultura e ácaros mortos inteiros	Máximo 2/10g
Excrementos de animais	Ausência em 10g
Pelos de roedor	Ausência em 10g
Elementos histológicos estranhos	Ausência em 5g
Amidos estranhos	Ausência em 5g
Sujidades pesadas	Máximo 150mg/10g
Sujidades pesadas	Máximo 150mg/10g

**Tabela 01** - Especificações da ANVISA para características microscópicas

Ao considerar os produtos de origem vegetal com finalidade terapêutica, verifica-se a importância de especificações adequadas de qualidade microbiológica (FISCHER et al., 1996). Sendo assim, a análise em controle de qualidade dos chás verde e vermelho torna-se necessária para a verificação da qualidade dos mesmos.

De acordo com o exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade dos chás verde e vermelho disponíveis no comércio da região Norte do Paraná em relação as especificações estabelecidas na legislação vigente para análises físico-químicas, microbiológicas e microscópicas.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Matéria prima

As amostras de chás verde e vermelho foram obtidas na forma de extratos vegetais contendo folhas, caule, flores inteiras e em pedaços para ser consumido na forma de chás no comércio das cidades de Apucarana e Arapongas- Paraná.

Foram analisadas 06 amostras proveniente de diferentes fabricantes, perfazendo 03 amostras de chás verde e 03 amostras de chás vermelho (Tabela 02). As amostras foram coletadas de maneira uniforme de acordo com as regras gerais de amostragem do Instituto Adolfo Lutz (2008), de forma a garantir a representatividade do conjunto.

Amostra	Tipo	Cidade de Origem	Local de coleta	Mês coleta
Amostra 01	Chá vermelho	Extrema- MG	Apucarana	Maio
Amostra 02	Chá verde	Extrema- MG	Arapongas	Maio
Amostra 03	Chá verde	Piracicaba- SP	Apucarana	Maio
Amostra 04	Chá vermelho	Piracicaba- SP	Apucarana	Maio
Amostra 05	Chá verde	Apucarana-PR	Apucarana	Maio
Amostra 06	Chá vermelho	Apucarana-PR	Apucarana	Maio

**Tabela 02** – Identificação das amostras



## 2.2 Análises físico-químicas

### 2.2.1 Determinação de umidade

O teor de umidade foi determinado segundo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008) pela perda por dessecação utilizando estufa regulada a 105°C.

### 2.2.2 Resíduo mineral fixo

O teor de cinzas ou resíduo mineral fixo foi determinado segundo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008), utilizando incineração da matéria orgânica em mufla regulada a 550°C.

### 2.2.3 Resíduo mineral insolúvel em ácido clorídrico a 10% V/V

O resíduo mineral insolúvel em ácido clorídrico a 10% V/V foi determinado segundo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008).

## 2.3 Análise microscópica

A análise microscópica foi realizada para observação de sujidades visíveis a olho nu, com o auxílio de uma lupa eletrônica. Para esta análise foram pesados aproximadamente 5 gramas de cada amostra em cápsula de vidro e as sujidades encontradas pesadas em balança analítica. As sujidades consideradas pela ANVISA estão apresentadas na tabela 01.

## 2.4 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas com infusão a frio, a temperatura de infusão para os chás é acima de 90°C o que provocaria a morte dos microrganismos presentes.

### 2.4.1 Coliformes termotolerantes e totais

A metodologia utilizada foi baseada em Silva; Junqueira e Silveira (2007). As análises de Coliformes Totais e Termotolerantes foram realizadas através da técnica do Número Mais Provável (NMP). Uma amostra de 25g de cada chá foram homogeneizadas, separadamente, com 225mL de água peptonada 0,1% e submetidos a diluições de  $10^{-1}$  a  $10^{-3}$  em tubos com 9mL de água peptonada. Depois de realizada as diluições, foi inoculado 1 mL de cada diluição em três tubos de Caldo Lactosado (CL) com tubos de Durham, que foram mantidos a 35°C por no máximo 48h, sendo esta etapa presuntiva. Os tubos que apresentaram turbidez e formação de gás dentro dos tubos de Durham foram considerados positivos.

Para a análise de coliformes totais dos tubos CL considerados positivos foram

retiradas de uma a duas gotas com uma alça de platina e inoculadas em tubos com Caldo Lactose Bile Verde Brilhante (CLBVB) com tubos de Durhan e incubados a 35°C por 48h. Para confirmação de coliformes totais, após este período foram considerados positivos aqueles tubos que apresentaram a presença de gás e turbidez do meio de cultura, sendo expressos em NMP.g<sup>-1</sup>.

Para a análise de coliformes fecais, a partir dos tubos positivos de CL foram retiradas de uma a duas gotas do caldo e inoculadas em tubos com Caldo EC contendo tubos de Durhan que foram incubados em banho Maria a 45,5°C por 48h. Após este período foi observado a turbidez e produção de gás, sendo estes tubos positivos para coliformes fecais, sendo o resultado expresso em NMP.g<sup>-1</sup>

#### 2.4.2 *Salmonella sp.*

A metodologia recomendada para a detecção de *Salmonella sp.*, foi realizada de acordo com Silva; Junqueira e Silveira (2007). A primeira etapa foi o pré-enriquecimento em caldo não seletivo onde foram homogeneizadas cada amostra de chá (25g), em 225mL de Caldo Lactosado incubados a 35°C por 24h. Na segunda etapa foi feito o enriquecimento em caldos seletivos sendo inoculado um mL do pré-enriquecimento para tubos com 10mL dos Caldos Tetrionato e Selenito sendo todos mantidos a 35°C por 24h. Logo após este período foi feito o plaqueamento seletivo diferencial em placas contendo Agar Hektoen-Enteric (HE) e Agar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD). O material para o cultivo em HE e XLD foi obtido a partir dos caldos seletivos, sendo retirado de cada caldo uma a duas alçadas de inóculo com a alça de platina. A presença de colônias típicas indica resultado positivo para *Salmonella spp.* em 25g de chá.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Análises físico-químicas

##### 3.1.1 Umidade

A análise de umidade realizada nos chás verde e vermelho, torna-se um importante parâmetro que avalia a qualidade do processo de produção dos chás, pois o excesso de umidade no produto pode acarretar degradação por ação enzimática, uma vez que a umidade pode possibilitar o crescimento de microrganismos (FARIAS, 2004; NASCIMENTO et. al., 2005). Os resultados obtidos na análise de umidade estão apresentados na Tabela 03.

Amostra	Média + DP	Especificação da ANVISA	Resultado
01	8,53 ± 0,29		Conforme
02	10,53 ± 0,32		Conforme
03	10,65 ± 0,25		Conforme
04	13,34 ± 0,11	Máx. 12% p/p	Não conforme
05	10,10 ± 0,06		Conforme
06	10,05 ± 0,08		Conforme

**Tabela 03** - Caracterização de porcentagem de umidade para chás verde e vermelho comercializados na região Norte do Paraná.

No estudo as porcentagens de umidade variaram entre 8,53 a 13,4%. As amostras 01 a 03 e 05 e 06 apresentaram-se abaixo do limite máximo estabelecido pela portaria nº 519 (BRASIL, 1998). A amostra 4 apresentou teor de umidade acima do permitido pela ANVISA (13,34%). Contudo a amostra 06 possui em sua composição além da *Camélia Sinensis* a espécie hibisco (*Hibiscus sabdariffa*). Segundo a legislação vigente os chás podem conter outras espécies vegetais como descrito no anexo A da portaria nº 519. Esta espécie (*Hibiscus sabdariffa*), quando *in natura* possui cerca de 90% de umidade (PESTANA, et al. 2004), mas quando desidratada para utilização em forma de chás a legislação vigente estipula o teor máximo de umidade em 12%, ou seja, o acréscimo de *Hibiscus sabdariffa* neste chá não poderia alterar o teor de umidade estabelecido. Sendo assim, a amostra 06 encontra-se fora dos padrões estabelecidos.

### 3.1.2 Resíduo mineral fixo e resíduo mineral insolúvel em ácido clorídrico a 10 % v/v

A determinação de resíduo mineral fixo e resíduo mineral insolúvel em ácido clorídrico a 10 % permitem quantificar a presença de impurezas provenientes inorgânicas, mesmo após a incineração, podendo causar contaminação. Essas impurezas são provenientes do solo e presentes nos chás avaliados. Essas variáveis não são sazonais, mas provem dos cuidados relacionados à matéria prima durante o processo de colheita, de transporte e também de recepção e do seu armazenamento (FARIAS, 2004; CARDOSO, 2009). Os resultados de resíduo mineral fixo estão apresentados na Tabela 04.

Amostra	Média + DP	Especificação da ANVISA	Resultado
01	5,68 ± 0,32		Conforme
02	5,25 ± 0,37		Conforme
03	7,75 ± 0,43	Máx. 8% p/p	Conforme
04	7,15 ± 0,26		Conforme
05	5,93 ± 0,06		Conforme
06	6,74 ± 0,25		Conforme

**Tabela 4** - Caracterização da porcentagem de resíduo mineral fixo para chás verde e vermelho comercializados na região Norte do Paraná.

DP= Desvio Padrão

Em relação à análise do teor de cinza, todas as amostras estavam dentro do limite exigido, com valores entre 4 e 7%, corroborando com os resultados encontrados por Nascimento e Taveira (2010), Firmino (2011), e Menezes et. al. (2014).

Analisando os resultados das determinações de resíduo mineral fixo, observa-se que todas as amostras estavam dentro do limite exigido. Os valores entre 5,65 e 7,75% está apoiado aos resultados apresentados por Firmino (2011), Silva, Silva e Michelin (2013) que realizaram análises em amostras da mesma espécie vegetal. Os resultados da análise do resíduo insolúvel em ácido clorídrico a 10% v/v estão apresentados na Tabela 05.

Amostra	Média + DP	Especificação da ANVISA	Resultado
01	1,23 ± 0,77		Conforme
02	0,29 ± 0,04		Conforme
03	1,55 ± 0,31	Máx. 1,5% p/p	Não conforme
04	0,38 ± 0,06		Conforme
05	0,66 ± 0,13		Conforme
06	0,98 ± 0,04		Conforme

**Tabela 05** - Caracterização da porcentagem de resíduo mineral insolúvel em ácido clorídrico a 10% v/v para chás verde e vermelho comercializados na região Norte do Paraná.

DP= Desvio Padrão

Para a análise de resíduo mineral insolúvel apenas uma amostra apresentou não conformidade com a legislação vigente. Segundo Gutkoshi et al. (2001) o aumento de cinzas insolúveis na amostra indica a presença de dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ), constituinte que depende do grau de contaminação do produto por componentes minerais provenientes do próprio solo.

### 3.2 Análises microscópicas

Durante o desenvolvimento no campo, as culturas estão sujeitas ao ataque de pragas e sujidades pesadas como terra e areia, como também pode haver infestação durante o armazenamento na indústria ou nos pontos de vendas. A presença de materiais estranhos no alimento indica condições higiênicas inadequadas durante alguma etapa do processamento (DIAS et al., 2009).

Menezes et al. (2014) e Nascimento e Taveira (2010) apresentaram em seus trabalhos, médias de aproximadamente 25% de materiais estranhos em 50 gramas de chá verde. Resultado esse que não foi evidenciado neste trabalho, pois nenhuma amostra analisada apresentou identificação de sujidades que apresentasse coloração, odor ou aspectos diferentes, bem como nenhuma contaminação por insetos, larvas ou parasitas.

### 3.3 Análises microbiológicas

Os microrganismos presentes nos alimentos podem representar um risco à saúde, sendo classificados como deteriorantes ou patogênicos. Os deteriorantes causam alterações no alimento e os patogênicos podem causar doenças, infecções e intoxicações (FRANCO; LANDGRAF; DESTRO, 2005).

#### 3.3.1 *Coliformes termotolerantes*

Os resultados obtidos na análise de coliformes termotolerantes estão apresentados na Tabela 06.

Amostra	Média	Especificação da ANVISA	Resultado
01	< 3		Conforme
02	≥ 240		Não conforme
03	24	Máx. 10g	Não conforme
04	< 3		Conforme
05	< 3		Conforme
06	< 3		Conforme

**Tabela 06** - Resultados obtidos na análise de coliformes termotolerantes de acordo com a tabela NMP – série de 3 tubos.

A ANVISA determina de acordo com a Portaria nº 519 (BRASIL, 1998) que pode haver a presença de coliforme de origem termotolerante no máximo 10g. Com os resultados obtidos nesse estudo, 33% amostras (amostras 02 e 03) foram consideradas em não conformidade com o padrão estabelecido. As amostras não conformes apresentaram ≥ 240 NMP/g e 24 NMP/g, respectivamente, estando assim impróprias para o consumo, podendo trazer risco à saúde do consumidor.

*Escherichia coli*, pertence ao grupo das bactérias coliformes, é empregada como indicadora de poluição de origem fecal desde 1892. Algumas cepas desta bactéria são enteropatogênicas, muito tóxicas e têm sido identificadas, de forma crescente, em vários surtos de grande gravidade (GOMES, et al., 2007).

#### 3.3.2 *Coliformes totais*

Não há uma especificação na Portaria nº 519 (BRASIL, 1998) na quantidade aceitável para a contaminação por coliformes totais, mas informa que devem ser realizadas análises sempre que se tornar necessária a obtenção de dados adicionais sobre o estado higiênico-sanitário dessa classe de alimento. A contagem dos chamados coliformes totais corresponde ao total de microrganismos “gram negativos” encontrados em uma amostra. Os resultados estão apresentados na Tabela 07.



AMOSTRA	Número de tubos positivos			Resultados em NMP/g	Especificação da ANVISA
	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>		
01	0	0	0	<3	Não há
02	3	3	3	≥ 240	
03	3	3	0	24	
04	0	0	0	<3	
05	0	0	0	<3	
06	0	0	0	<3	

**Tabela 07** - Resultados obtidos na análise de coliformes totais de acordo com a tabela NMP – série de 3 tubos.

Para a análise de coliformes totais pode ser constatado que duas amostras tiveram resultados insatisfatórios. As amostras 02 e 03 apresentaram maiores contaminação de coliformes totais, onde apresentaram resultados de ≥ 240 NMP/g e 24 NMP/g, respectivamente.

Em alimentos o índice de coliformes totais é utilizado para avaliar as condições higiênicas, de forma que altas contagens significam contaminação pós-processamento e sanificações deficientes (MATA; ARAÚJO; SILVA, 2003).

### 3.3.3 *Salmonella spp.*

Os resultados da análise de *salmonella spp.* estão apresentados na Tabela 08.

Amostra	Salmonela em 25g
01	Ausência
02	Ausência
03	Ausência
04	Ausência
05	Ausência
06	Ausência

**Tabela 08** - Resultado obtido na análise de Salmonela em 25g de amostra.

A Portaria nº 519 (BRASIL, 1998), estabelece a ausência de *Salmonella* em 25g de amostra.

Todas as amostras apresentaram ausência de *Salmonella*, este resultado indica que as amostras de chás analisadas estão de acordo com a legislação vigente.

A *Salmonella* é um dos microrganismos mais envolvidos em casos e surtos de doenças de origem alimentar em diversos países, inclusive o Brasil. A sua patogenicidade varia de acordo com o tipo sorológico, idade e condições de saúde do hospedeiro. As doenças causadas costumam ser divididas em febre tifóide, febre entérica e enterocolite ou salmonelose (FRANCO; LANDGRAF; DESTRO, 2005).

A contaminação por *Salmonella* só se desencadeia, quando existe uma grande quantidade presente no alimento, por esse motivo, não é permitida a presença da

mesma, sendo que nos alimentos fracamente contaminados sem conservação necessária esses microrganismos se multiplicam (EVANGELISTA, 2008).

## 4 | CONCLUSÃO

O aumento do consumo de chás provenientes da *Camellia sinensis* tem se tornado cada vez mais evidente. Os resultados encontrados comprovam que os chás verde e vermelho em sua maioria não estavam em acordo com os parâmetros exigidos pela legislação vigente. Após a realização da análises conclui-se que houve falhas durante as etapas de colheita e produção e armazenamento dos chás. Nesse contexto, os resultados obtidos nos remetem à necessidade de um maior controle higiênico-sanitário dos chás verde e vermelho comercializados na região Norte do Paraná, tendo em vista o risco que os mesmos possam oferecer aos consumidores.

## REFERÊNCIA

BRAIBANTE, M. E. F., SILVA, D., BRAIBANTE, H. T., PAZINATO, M. S. A **Química dos Chás**. Química Nova Escola, Vol. 00, N° 0, MES 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Gerência-Geral Alimentos Resolução - CNNPA nº 12, de 1978, disponível em <[http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/12\\_78\\_biscoitos.htm](http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/12_78_biscoitos.htm)>. Acessado em 18 de agosto de 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA, **Portaria nº519 de 26 de junho de 1998**. Disponível em <<http://www.anvisa.gov.br>> acesso em 19 Agosto 2009.

BUGNO, A.; BUZZO, A. A.; NAKAMURA, C. T.; PEREIRA, T. C.; Matos, D. de. P. Terezinha de Jesus Andreoli. **Avaliação da contaminação microbiana em drogas vegetais**. Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences, v. 41, n. 4, 2005.

CAMPOS, M. L. C. **Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Clostridium perfringens e bactérias do gênero Salmonella em carne moída, vendida no município de São Paulo: 1976/1977**. Tese (Doutorado em Microbiologia)–Universidade de São Paulo, São Paulo, 1980.

DIAS, L. P.; CARVALHO, L. M. da S.; SOUSA, A. L. de; SILVA, L. O. da; LACERDA, M. da S. B. **Sujidades e Materiais Estranhos em Açúcar Comercializado em Teresina-PI**. II Simpósio de Produtividade em Pesquisa. II Encontro de Iniciação Científica do IFPI. 2009. Disponível < [www.ifpi.edu.br/eventos/iienciopro/index.shtml](http://www.ifpi.edu.br/eventos/iienciopro/index.shtml)> Acesso: 19/08/2018.

DUARTE, M.R.; MENARIM, D.O. **Morfodiagnose da anatomia foliar e caular de Camellia sinensis (L.) Kuntze, Theaceae**. Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 16, n. 4, p. 545-551, 2006.

DUFRESNE, C.; FARNWORTH, E. **Tea, kombucha, and health: a review**. Food Research International, v. 33, n. 6, p. 409-421, 2000.

EVANGELISTA, José. **Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 652p, 2008.

FARIAS, M. R. **Avaliação da qualidade de matérias-primas vegetais**. Farmacognosia: da planta ao medicamento. 5. ed. Porto Alegre. 2004, p. 1102.

FIRMINO, L. A. **Avaliação da qualidade de diferentes marcas de chá verde (*Camellia sinensis*) comercializadas em Salvador-Bahia**. 112 p. (Dissertação de Mestrado em Ciência de Alimentos). Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia. Bahia, 2011.

FISCHER, D. C. H.; OHARA, M. T.; SAITO, T. Padrão microbiano em medicamentos não estéreis de uso oral. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, São Paulo, v. 1, p. 29-54, 1996.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M.; DESTRO, M. T. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 182p, 2005.

GOMES, E. C.; NEGRELLE, R. R. B.; ELPO, R. S. **Determinação da qualidade microbiológica e físico-química de chás de *Cymbopogon citratus* (D.C) Stapf (capim-limão)**, Universidade Federal do Paraná. v. 30,47-54 fl, Maringá, PR. 2007.

GUTKOSHI, L. C.; SCHULZ, J. G.; SAMPAIO, M. B.; DA SILVA, D. R. **Avaliação de parâmetros físicos e químicos de marcas de erva-mate processadas em diferentes épocas**. Boletim do CEPPA, Curitiba, v.19, p. 95-104, Jan/Jun. 2001. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/alimentos/article/view/1026> Acessado em: 19/08/18.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed (1ª ed. digital). São Paulo, Instituto Adolfo Lutz, p. 1020. 2008.

KHALSA, M. D. **Longevidade do Cérebro: um programa médico revolucionário que aprimora a mente e a memória**. 12º edição, Rio de Janeiro, Ed. Objetiva, 371 p., 2005.

LIMA, J. D.; MAZZAFERA, P.; MORAES, W. S.; SILVA, R. B. **Chá: aspectos relacionados à qualidade e perspectivas**. *Ciência Rural*, v. 39, n.4, p. 1270-1278, 2009.

MATA, M. M.; ARAÚJO, M. R. de; SILVA, W. P. da. **Avaliação microbiológica de linguiças suínas do tipo frescal comercializadas em feira-livre de Pelotas/RS**. In: XII Congresso de Iniciação Científica, 2003, Pelotas. Anais do XII CIC, 2003. disponível em < <http://www.ufpel.edu.br/cic/2003/relatorios/pdf/00273.pdf> > Acesso em 18 de Agosto de 2018.

MENEZES, J.; ALVIM, R.; BORGES, G.; LAGNEAU, J.; MACHADO, A.; GOMES, F. **Análise da qualidade de amostras de *Camellia sinensis* (chá verde) comercializadas em mercados de Belo Horizonte**. In: 54º Congresso Brasileiro de Química, Rio Grande do Norte, 2014.

NASCIMENTO, F. S.; TAVEIRA, C. C. **Avaliação da qualidade de amostras de *Camellia sinensis* (L.) Kuntze (Chá Verde) comercializados no Distrito Federal – Brasil**. Anuário da produção de iniciação científica discente, vol. 17, n. 17, p. 63-80, 2010.

NASCIMENTO, V. T.; LACERDA, E. U.; MELO, J. G.; LIMA, C. S. A.; AMORIM, E. L. C.; ALBUQUERQUE, U. C. **Controle de qualidade de produtos à base de plantas medicinais comercializadas na cidade de Recife-PE: erva-doce (*Pimpinella anisum* L.), quebra-pedra (*Phyllanthus* spp.), espinheira santa (*Maytenus ilicifolia* Mart.) e camomila (*Matricaria recutita* L.)**. *Revista Brasileira Plantas Mediciniais*, Botucatu, v.7, n. 3, p. 56-64, 2005.

PESTANA, V. R.; ZAMBAZI, R. C.; VICARI, L.; KLEIN, L. R. **Extração e utilização de extrato de hibisco (*Hibiscus rosa-sinensis* L.) em morango em calda**. Laboratório de Controle de Qualidade – DCA – FCD/UFPEL. Universidade Federal de Pelotas XIII Congresso de Iniciação Científica-2004.

RIETVELD, A.; WISEMAN, S. Antioxidant effects of tea: evidence from human clinical trials. *Journal of Nutrition*. v. 133, p. 3275-84, 2003.

SAIGG, N. L.; SILVA, M. C. **Efeitos da utilização do chá verde na saúde humana**. *Universitas: Ciências da Saúde*, v. 7, n. 1, p. 69-89, 2009.

SALDANHA, L. A. **Avaliação da atividade antioxidante in vitro de extrato de erva –mate (*Ilex paraguariensis*) verde e tostada e chá verde (*Camellia Sinensis*)**. 2005. 120f. Tese de pós-graduação em saúde pública. Faculdade de saúde pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

SANO, M.; TAKAHASHI, Y.; YOSHINO, K.; SHIMOI, K.; NAKAMURA, Y.; TOMITA, I.; OGUNI, I.; KONOMOTO, H. Effect of Tea (*Camellia sinensis L.*) on Lipid Peroxidation in rat Liver and Kidney: a Comparison of Green and Black Tea Feeding. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*. v.18, n.7, p. 1006-1008, 1995.

SCOTTI, L.; SCOTTI, M. T.; CARDOSO, C.; PAULETTI, P.; GAMBOA, I. C.; BOLZAZI, V. S.; VELASCO, M. V. R.; MENEZES, C. M. S.; FERREIRA, E. I. **Modelagem molecular aplicada ao desenvolvimento de moléculas com atividade antioxidante visando ao uso cosmético**. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, v.43, n.2, p.153-166, abr./jun.2007.

SILVA, B. C. D.; SILVA, F. D.; MICHELIN, D. C. **Avaliação da qualidade de amostras de *Camellia sinensis (L.) Kuntze (Theaceae)* comercializadas no município de Araras – SP**. *Revista Ciências Farmacêutica Básica Aplicada*, v. 34 n. 2, p. 245-250, 2013.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica em Alimentos**; 3º Ed., p. 119-129, 2007.

SIMÕES, C. M. O. **Farmacognosia da Planta ao Medicamento**. Editora Universidade (UFRGS/UFSC). 1º edição, 1999.

TANAKA, T.; KOUNO, I. Oxidation of tea catechins: chemical structures and reaction mechanism. *Food Science and Technology Research*. v. 9, p.128-33, 2003.

WHO – World Health Organization. **Quality control methods medicinal plant materials**. Geneva: WHO, 1998.

## ELABORAÇÃO DE EMPANADO DE SURUBIM-CAPARARI (*PSEUDOPLATYSTOMA CORUSCANS*) E PESQUISA DE ACEITAÇÃO

### **Luciana Alves da Silva Tavone**

Pós-graduação em Engenharia de Alimentos,  
Universidade Estadual de Maringá - UEM. luciana.  
alvestavone@gmail.com

### **Kauyse Matos Nascimento**

Pós-graduação em Engenharia de Alimentos,  
Universidade Estadual de Maringá - UEM.  
kauyse\_nasc@hotmail.com

### **Rodrigo Thibes Gonsalves**

Engenheiro de Alimentos, Universidade Federal  
da Grande Dourados – UFGD. rodrigo\_thibes@  
hotmail.com

### **Suelen Siqueira dos Santos**

Pós-graduação em Ciência de Alimentos,  
Universidade Estadual de Maringá - UEM.  
suelensiqueira.eng@gmail.com

### **Monica Regina da Silva Scapim**

Professora do Departamento de Engenharia de  
Alimentos, Universidade Estadual de Maringá –  
UEM. mrsscscapim@uem.br

### **Angela Dulce Cavenaghi Altemio**

Professora do Departamento de Engenharia  
de Alimentos, Universidade Federal da Grande  
Dourados – UFGD. angelaaltemio@ufgd.edu.br

**RESUMO:** A pesquisa teve como objetivo elaborar um empanado de surubim-caparari e avaliar seus atributos sensoriais, comparando com um produto similar disponível no mercado. Realizou-se uma pesquisa de mercado, com a participação de 154 pessoas para averiguar a

frequência de consumo e aceitação de produtos à base de pescado e de produtos empanados. Após a pesquisa elaborou o empanado, pesando 1200 g de filé de surubim-caparari, fez-se moagem da carne em moedor com discos de 8mm e 5mm, adicionando os condimentos junto à matéria-prima, procedeu-se para as etapas de moldagem e enfarinhamento, aplicando sistemas de cobertura (predust, batter e breading), realizou-se a pré-fritura do empanado, imergindo os mesmos em óleo a temperatura de 180°C por cerca de 30 segundos sendo posteriormente submetidos ao congelamento. A análise sensorial foi realizada com 30 julgadores não treinados com dois empanados, um industrializado a base de uma mistura de carnes de pescados e o elaborado com surubim-caparari. Em relação ao hábito de consumir produtos à base de pescado, 79% julgadores afirmaram que consomem este tipo de alimento, enquanto 21% responderam que não tem o hábito, já para produtos empanados 86% responderam que consomem este tipo de produto e 14% não consomem. Se tratando da intenção de compra do produto elaborado neste trabalho (empanado de surubim-caparari), 58% dos participantes comprariam este tipo de produto e apenas 18% afirmaram que não comprariam, podendo concluir que este produto seria de grande consumo, sendo assim uma boa linha de pesquisa para desenvolvimento de



novos produtos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pescado; Comparação; Sensorial.

## 1 | INTRODUÇÃO

Para que se possa comercializar o pescado proveniente da piscicultura, em boas condições de higiene e com qualidade semelhante ao que se encontra para espécies capturadas no mar e em outros países, há necessidade de se aplicar a tecnologia, que acaba sendo inevitável, desde que a própria legislação exige o uso do frio como recurso mínimo para a venda do produto. Ao se fazer o processamento, agrega-se valor ao pescado, que de matéria-prima perecível, passa a ser um produto com maior vida útil e com novas opções de consumo (OETTERER, 2002).

A partir do momento em que se tem um marketing de venda, há a identificação do produto e se oferece maior segurança ao consumidor. Na memória do consumidor existem registros para se associar o alimento à segurança em termos de saúde, devido ao fato de existir a poluição das águas e a tradição de compra de um alimento, que no caso do pescado, nem sempre foi considerado dos melhores em qualidade (OETTERER, 2002).

O consumo de peixes ainda é baixo no Brasil, entre as formas de estimular o consumo de pescado busca-se a utilização de produtos elaborados e com melhores formas de apresentação, visto que o consumidor exige alimentos de preparo rápido e fácil. (SOUZA, 2003).

Segundo Kubitz (2000), a industrialização do pescado no Brasil deverá concentrar-se em um número reduzido de espécies e exigir maior profissionalização por parte dos produtores. Com isso a carne de surubim-caparari (*Pseudoplatystoma coruscans*) já se sobressai sobre outras espécies, pois apresenta ótima aceitação de mercado, devido à excelente palatabilidade, ausência de espinho intramuscular em sua carne e baixo teor de gordura (GONÇALVES, 2003).

Uma das alternativas para o processamento de peixes é a utilização destes no preparo de produtos empanados, pois sua aceitação tem sido crescente por parte dos consumidores, que atualmente priorizam a compra de produtos que facilitem o seu dia-a-dia devido ao estilo de vida cada vez mais agitado e por serem produtos que apresentam aparência, odor e sabor muito apreciados. (DILL et al, 2009; NUNES et al, 2006).

Os empanados caracterizam-se por partes de aves ou porções reestruturadas que entram automática ou manualmente na esteira de um processo contínuo, passando por uma máquina contendo o líquido de empanamento (batter) que forma um filme sobre o produto, seguindo para a aplicação de farinha de rosca. Este produto geralmente é pré-frito para realizar o cozimento parcial ou completo do produto (LEMOS, 2000).

O processo de empanamento permite agregar valor e conveniência, atendendo,

dessa forma, interesses tanto dos frigoríficos como dos consumidores, pois proporciona um tempo de vida de prateleira maior comparado a carne crua. Este tipo de processamento confere também a carne uma proteção contra a desidratação e queima pelo frio durante o congelamento (DILL et al, 2009).

Atualmente a indústria utiliza partes de aves ou porções reestruturadas para o processamento de empanados, mas há intenções de se ter novos seguimentos, utilizando filés e CMS (Carne Mecanicamente Separada) de pescado.

Produtos empanados representam, nos EUA e Canadá, o maior segmento de produtos elaborados com carne de aves. No Brasil, a oferta desse tipo de produto começa a se ampliar (BERAQUET, 1992). Existem duas razões principais para o uso do empanamento:

(I) Evita-se a perda de umidade da carne colocando em volta da mesma uma película praticamente impermeável que retém, durante a fritura, toda a água da carne que se mantém, assim, bem macia, saborosa e, sobretudo, tem um resultado visual importante de não encolher pela evaporação devido à alta temperatura;

(II) A farinha de pão forma na fritura um componente aromático inconfundível, de grande preferência dos consumidores do mundo inteiro (VEZZANI, 1986).

De maneira geral há uma atenção especial que deve ser dada neste tipo de processamento. Deve-se evitar a clássica “farinha de rosca” que é oriunda de moagem de pão velho e de reutilização de sobras e excedentes de produção, pois apresenta um nível elevado de contaminação, inclusive de microrganismos patogênicos. Além disso, poderá formar pontos pretos no produto durante a fritura. O cheiro rançoso é devido à oxidação das gorduras utilizadas na produção do pão (VEZZANI, 1986).

Etapas do processamento para produtos empanados:

I. Moagem: Esta operação permite diminuir a dureza, subdividindo a matéria-prima em pequenas porções, e incrementar a área superficial, facilitando assim a disposição das proteínas miofibrilares (ORDOÑEZ, 2005).

II. Mistura dos ingredientes: Com esta operação, pretende-se misturar os ingredientes (formulação do produto final) aumentando assim a área superficial e a ruptura da fibra muscular, favorecendo a liberação dos componentes intracelulares, mantendo-se a temperatura da massa abaixo de 10°C. (ORDOÑEZ, 2005).

III. Moldagem: Esta operação aplica-se a alimentos pastosos para dar-lhes forma e tamanhos distintos, é realizada prensando a massa dentro de um molde, aumentando, portanto a diversidade e oferecer ao consumidor um produto atrativo (ORDOÑEZ, 2005). No momento da moldagem, é necessário que a temperatura da massa esteja bem fria, caso a temperatura não esteja baixa o suficiente a massa se torna mole e não adquire a forma desejada, ou não consegue sair adequadamente da formadora desfigurando o produto final (OWENS, 2001).

IV. Predust (pré-enfarinhamento): É a primeira camada de um sistema de

cobertura, seu principal objetivo consisti em promover a ligação entre o substrato e o bater, absorver a umidade da superfície do substrato, favorecendo deste modo o aroma e sabor característicos (UEMURA e LUZ, 2003).

V. Batter (líquido de empanamento): É uma mistura em pó de diversos ingredientes funcionais tais como, amidos, gomas e farinhas, podendo ser condimentado ou não. Quando hidratado, apresenta uma suspensão de sólidos em líquido, a qual forma tanto a camada de cobertura externa completa para o produto alimentício, como também, age como uma camada ligante entre o substrato e a camada mais externa, o breading (GL, 2002).

VI. Breading (farinha de cobertura): O breading é a terceira e última etapa de cobertura, sendo o responsável pela textura, apelo visual e diferenciação entre os produtos (DILL et al, 2009).

VII. Pré-fritura: A pré-fritura em produtos empanados tem por finalidade preservar a forma do produto, assegurando a aderência da farinha de cobertura e proporcionando uma textura típica crocante além de contribuir para o desenvolvimento da cor, retirada da umidade e inibição parcial da desidratação do produto pelo frio devido à absorção do óleo. Este processo consiste no mergulho do produto em óleo, sob altas temperaturas (180-200°C), por um curto período de tempo (20 a 35s). Este tempo de passagem pode variar de acordo com a matéria-prima utilizada (DILL et al, 2009).

VIII. Congelamento: Segundo BORTOLUZZI (2006), o processo de congelamento visa controlar o crescimento microbiológico, preservar os aspectos de sabor, textura e valor nutricional dos produtos, além de minimizar as perdas de cobertura e os danos por fricção nos equipamentos e esteiras das etapas posteriores, tais como embalagem, armazenamento e transporte. A temperatura de referência para este tipo de produtos na indústria é de -18°C (DILL et al, 2009).

Com base na literatura consultada, bem como o estudo detalhado da regulamentação técnica vigente, este trabalho teve por objetivo elaborar um empanado de filé de surubim-caparari e avaliar seus atributos sensoriais quando comparado com um produto similar disponível no mercado.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se uma pesquisa de mercado, via internet com a participação de 154 pessoas para averiguar a frequência de consumo e aceitação de produtos à base de pescado e de produtos empanados.

A primeira etapa para o processo de elaboração do empanado de filé de Surubim-caparari foi à preparação da formulação a ser empregada, baseando-se nos valores máximos permitidos por legislação para cada ingrediente. A Tabela 1 demonstra a quantidade percentual de ingredientes utilizados durante o processamento.

Ingredientes	(%)
Carne de surubim-caparari	96,0
Emulsificante de gordura	0,5
Sal refinado	1,3
Sal de cura	0,5
Ácido cítrico	0,5
Coentro	0,2
Alho	0,5
Alecrim	0,1
Pimenta branca	0,1
Noz moscada	0,2
Fibra de colágeno	0,1

Tabela 1 : Formulação para empanado de filé de Surubim-caparari

Fonte: Dados da pesquisa

Tendo sido definida a formulação para o produto, deu-se então início ao processo de fabricação do empanado seguindo o método de elaboração dos produtos cárneos empanados proposto por ORDÓÑEZ (2005), o qual implica fundamentalmente nas operações de redução de tamanho (moagem), mistura, moldagem, recobrimento através de um sistema de cobertura específico e congelamento. A Figura 1 mostra a sequência empregada no processamento do empanado de filé de surubim-caparari.

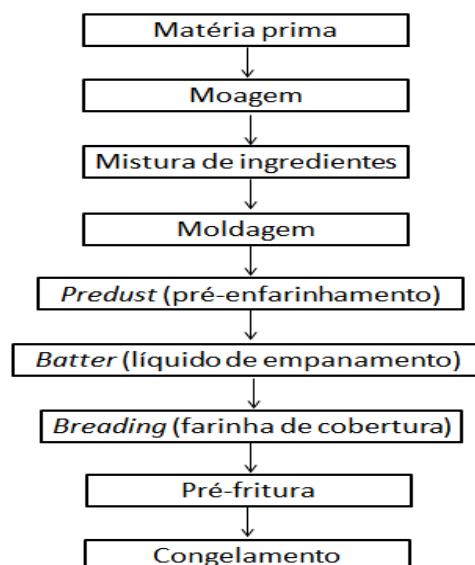


Figura 1: Fluxograma de processo de elaboração do empanado de filé de Surubim-caparari.

Fonte: Próprio autor

Para a elaboração do empanado, primeiramente pesou-se cerca de 1200 g de filé de pescado tipo surubim-caparari, em seguida moeu-se o filé em moedor de carne com discos de 8mm e 5mm. Depois da moagem, adicionaram-se os condimentos junto à matéria-prima fazendo a mistura destes e mantendo a massa a uma temperatura sempre abaixo de 10°C.

Seguindo o fluxograma de preparação, procedeu-se para as etapas de moldagem e enfarinhamento, onde foram aplicados os sistemas de cobertura (predust, batter e breading) e em realizou-se a pré-fritura do empanado, imergindo os mesmos em óleo a temperatura de 180° por cerca de 30s sendo posteriormente submetidos ao congelamento.

Realizou-se a análise sensorial de dois empanados, um industrializado a base de uma mistura de carnes de pescados e outro de filé de surubim-caparari, com 30 julgadores não treinados no Laboratório de Análise Sensorial – LANASE da Universidade Federal da Grande Dourados. Cada julgador recebeu as amostras, as quais foram servidas em recipientes descartáveis, brancos, codificados com algarismos de três dígitos, juntamente com a ficha avaliativa (ANEXO II), um copo com água e um biscoito de água e sal (neutralizador de sabor para não interferir na percepção sensorial do julgador no momento da avaliação).

Os julgadores foram solicitados a avaliar a aceitação em relação aos atributos cor, odor, sabor, textura e forma global utilizando-se de uma escala hedônica de 9 pontos variando entre 9 para “gostei muitíssimo”, 5 para “nem gostei, nem desgostei” e 1 para “desgostei muitíssimo”. Solicitou-se a opinião dos participantes em relação à intenção de compra para cada amostra, utilizando-se de uma escala nominal de 5 pontos na qual o ponto superior corresponde a “Certamente compraria”, o ponto inferior a “Certamente não compraria” e o ponto central “Talvez comprasse/Talvez não comprasse”.

Os resultados do teste foram submetidos à análise estatística de variância (ANOVA) utilizando-se do software STATISTICA 8, considerando-se a amostra como causa de variação. Para os casos em que se detectou diferença significativa entre as amostras, procedeu-se o Teste de Comparação de Médias de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

O Índice de Aceitabilidade (IA) foi obtido por meio do cálculo da porcentagem da nota atribuída a cada atributo em relação à nota máxima. Uma amostra é considerada bem aceita quando apresenta Índice de Aceitabilidade maior ou igual a 70% (DUTCOSKY, 2007).

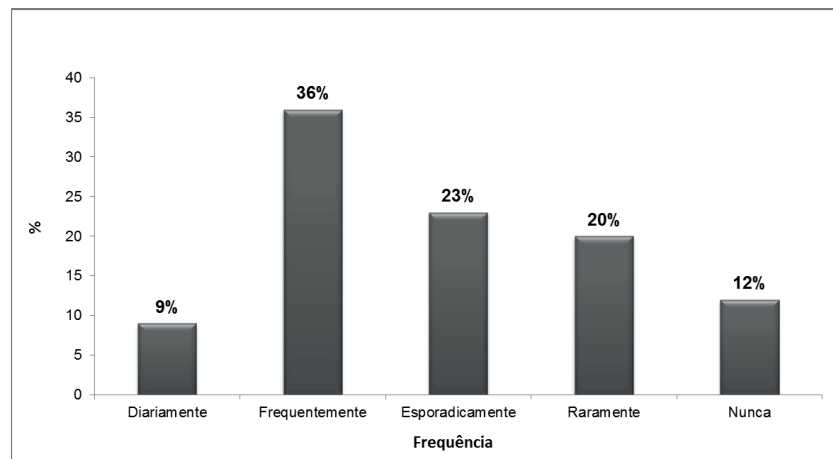
### **3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Dentre os participantes da pesquisa de mercado realizada, 54% eram mulheres e 46% homens, a maioria dentro da faixa etária de 21 a 30 anos. Em relação a escolaridades dos participantes, 49% dos julgadores eram universitários e 19 % tinham ensino superior completo.

Quando questionados sobre o hábito de consumir produtos à base de pescado, 79% afirmaram que consomem este tipo de alimento, enquanto 21% responderam que não tem o costume de consumir. Através da Figura 2, percebe-se que 36% dos entrevistados consomem frequentemente este tipo de produto, enquanto 23%



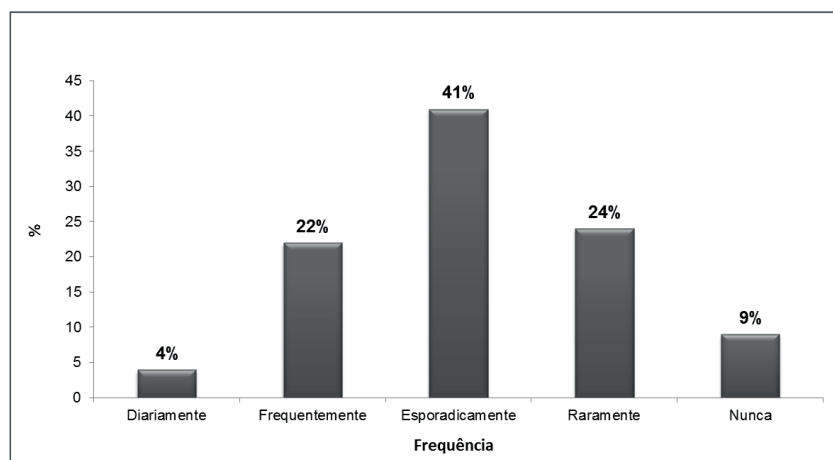
consomem esporadicamente.



**Figura 2:** Frequência de consumo dos entrevistados na pesquisa de mercado em relação a produtos a base de pescado

Fonte: Dados da pesquisa

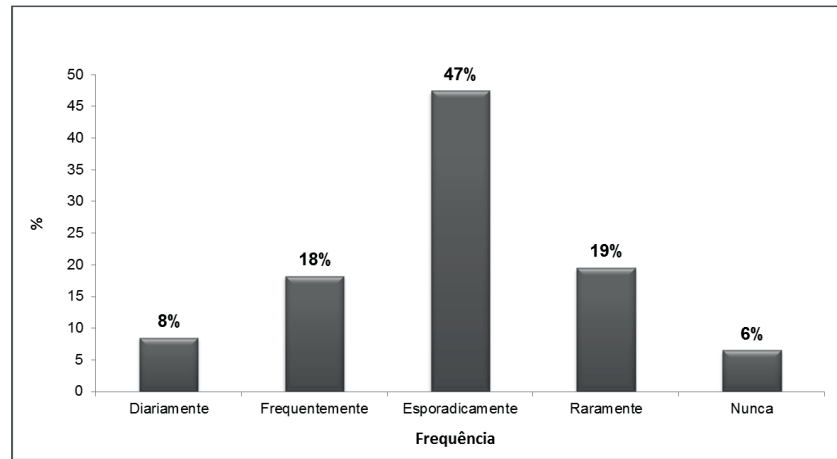
Em relação ao consumo do peixe de espécie Surubim-caparari, 67% dos participantes afirmaram consumir este tipo de pescado e 33% não consomem. Se tratando da frequência de consumo (Figura 3), cerca de 41% das pessoas consomem esporadicamente este tipo de peixe, 22% consomem raramente e 24% raramente consomem.



**Figura 3:** Frequência de consumo dos entrevistados na pesquisa de mercado em relação ao pescado tipo Surubim-caparari.

Fonte: Dados da pesquisa

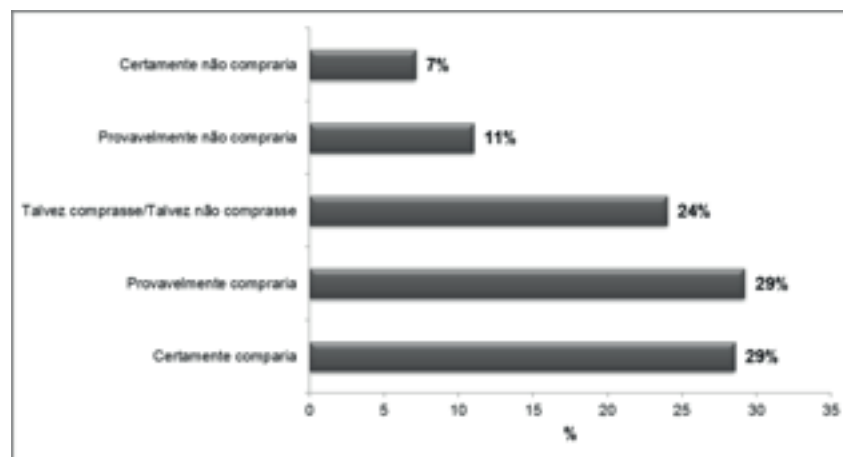
Os produtos empanados são muito consumidos pela nova geração, pois são produtos de fácil e rápido preparo, sendo confirmado com na pesquisa de mercado em que 86% dos entrevistados consomem este tipo de produto e apenas 14% não consomem. Em relação à frequência com que são consumidos, percebe-se através da Figura 4 que 47% consomem esporadicamente e 18% frequentemente, demonstrando que é um produto muito apreciado.



**Figura 4:** Frequência de consumo dos entrevistados na pesquisa de mercado em relação a produtos empanados.

Fonte: Dados da pesquisa

Se tratando da intenção de compra do produto elaborado neste trabalho (empanado de filé de surubim-caparari), 58% dos participantes comprariam este tipo de produto e apenas 18% afirmara que não comprariam (Figura 5). Diante desses resultados, observa-se que este produto seria de grande consumo, sendo assim uma boa linha de pesquisa para desenvolvimento de novos produtos.



**Figura 5:** Histograma de intenção de compra do empanado de filé de surubim-caparari.

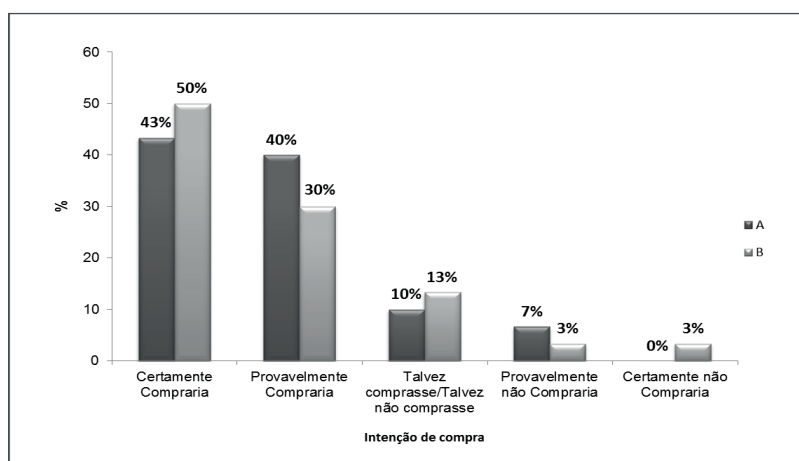
Fonte: Dados da pesquisa

Na Figura 6 estão apresentadas as médias obtidas no teste de intenção de compra para o empanado de pescado de surubim-caparari e pescado misto (comercial).

Com base nos resultados obtidos, observa-se uma ótima aceitação do produto, que apresentou para “certamente compraria” e “provavelmente compraria”, porcentagens de 43 e 40% respectivamente. Já para o produto comercial as porcentagens obtidas foram de 50% para “certamente compraria” e 30% para “provavelmente compraria”.

Quando somadas a intenção de compra de “certamente compraria” e “provavelmente compraria” os valores encontrados para o empanado de filé foi de 83% e 80%, isso revela que o consumidor tem maior preferência pelo o empanado de

filé de surubim-caparari em comparação com o comercial.



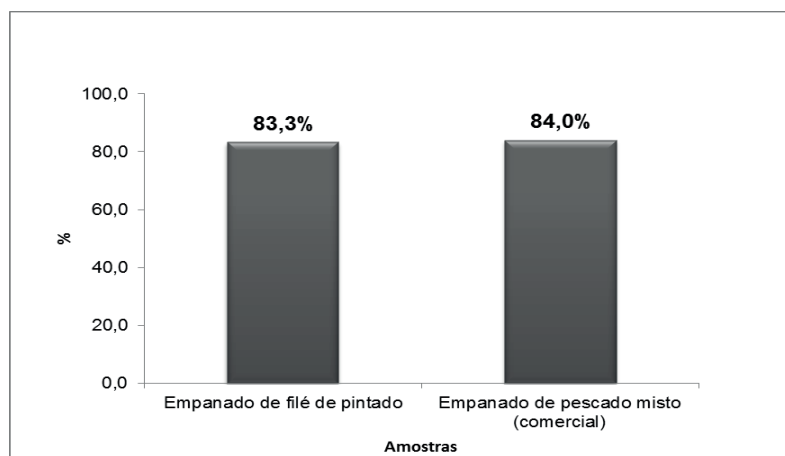
**Figura 6** : Histograma das porcentagens obtidas no teste de intenção de compra para empanado de filé de surubim-caparari e empanado de pescado misto (comercial). Onde A: Empanado de pescado de filé de surubim-caparari; B: Empanado de pescado misto (comercial).

Fonte: Dados da pesquisa

Quando comparados os resultados de intenção de compra do empanado de filé de surubim-caparari obtido na pesquisa de mercado (Figura 5) com o resultado obtido na análise sensorial, percebe-se que na pesquisa, onde os participantes não provaram o produto, cerca de 58% afirmaram que comprariam o empanado de filé. Já para o produto elaborado, 83% mostraram-se interessados em comprar o mesmo, evidenciando assim a importância da análise sensorial no desenvolvimento de novos produtos.

A Figura 7 mostra o índice de aceitabilidade (IA) obtido para cada amostra analisada.

A partir dos resultados obtidos no índice de aceitabilidade, percebe-se que ambos os produtos analisados são aceitos comercialmente, visto que atingiram um índice superior ao mínimo exigido (70%). Cabe destacar ainda que o empanado de filé de surubim-caparari teve IA muito próximo ao empanado de pescado misto disponível para venda no comércio.



**Figura 7**: Índice de aceitabilidade do empanado de filé de surubim-caparari e empanado de pescado misto (comercial)

Fonte: Dados da pesquisa

Em relação aos atributos analisados, a Tabela 2 mostra as médias das notas obtidas em cada atributo para cada uma das amostras submetidas à análise sensorial.

Amostra	Atributos				
	Cor	Odor	Sabor	Textura	Aceitação Global
A	7,63 <sup>a</sup>	7,37 <sup>a</sup>	7,67 <sup>a</sup>	7,23 <sup>a</sup>	7,40 <sup>a</sup>
B	7,70 <sup>a</sup>	7,20 <sup>a</sup>	7,67 <sup>a</sup>	7,87 <sup>b</sup>	7,80 <sup>a</sup>

**Tabela 2:** Média das notas para cada atributo analisado obtido através da análise sensorial de dois tipos de empanados de pescado

“A”: Empanado de pescado de filé de surubim-caparari; “B”: Empanado de pescado misto (comercial). \*Média seguidas de letras diferentes para o mesmo atributo diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

**Fonte:** Dados da pesquisa

Ao analisar a Tabela 2, notou-se que para todos os atributos avaliados, apenas textura teve diferença significativa ao nível de 5% de significância, entre as amostras de empanados, os outros atributos não apresentaram diferença significativa.

Considerando assim, que a amostra de empanados de filé de surubim-caparari se manteve ao mesmo nível, quando comparadas com a amostra comercial. Porém em relação ao atributo textura a amostra comercial obteve melhor aceitação, isso pode ter ocorrido devido a etapa de empanamento, uma vez que esta foi de forma artesanal causando assim uma não uniformização da cobertura dos empanados, e também pela granulometria das farinhas utilizadas serem diferentes.

Segundo Bonacina (2006) os valores encontrados para empanados de Curvina (*Micropogonias furnieri*), para os atributos de odor, textura e sabor são 5,22, 6,0 e 6,41 respectivamente, logo pode se dizer que os valores obtidos do empanado de filé de surubim-caparari para estes atributos (cor: 7,63; odor: 7,37 e sabor: 7,67) foram satisfatório, pois são maiores que as médias apresentadas na literatura.

Avaliando o custo do produto, a Tabela 3 traz a relação de gastos com a formulação do produto.

Etapas	Custo (R\$)
Massa	36,51
Predust	1,4
Batter	2,7
Breading	0,23
Embalagem	0,12
Produto final (kg)	40,96
Embalagem de 300g	12,29

**Tabela 3:** Custo de cada etapa para a produção de 1kg de empanado de filé de Surubim-caparari

**Fonte:** Dados da pesquisa

Como pode ser observado na Tabela 3, o preço para a fabricação de 300g de empanado de filé de Surubim-caparari teve um custo de aproximadamente R\$ 12,00, apesar de o produto ser de filé, que é um corte nobre do Surubim-caparari, ainda permaneceu próximo ao comercial, já que 300g de empanado misto de pescado custa no mercado local em torno de R\$ 9,00, sendo que este é elaborado com uma mistura de peixes e CMS (Carne Mecanicamente Separada) que é uma matéria-prima mais barata. Este preço, porém pode ser reduzido quando produzido em escala industrial, ou com outro tipo de pescado.

#### 4 | CONCLUSÃO

Diante da pesquisa de mercado realizada pode-se concluir que o empanado de filé de surubim-caparari é um produto com boa aceitabilidade entre os consumidores, sendo assim uma ótima opção de pesquisa e desenvolvimento de produtos diferenciados. O produto elaborado obteve uma boa aceitação quando comparados com o produto comercial, sendo que as médias foram semelhantes, diferindo apenas em relação ao atributo textura, que pode ter sido ocasionado pelo processamento do mesmo. Já para intenção de compra, pode se dizer que o empanado de filé de pescado surubim-caparari, apresentou-se superior ao empanado comercial.

A boa aceitação desses produtos reflete uma tendência cada vez maior de busca por produtos de rápido preparo e de alimentos mais saudáveis. O custo de produção do empanado foi próximo ao do comercial, mesmo sendo de cortes nobres do pescado.

#### REFERÊNCIAS

BERAQUET, Nelson José et al. **Cortes e Rendimentos de carcaças de frango encontrados no varejo**. Coletânea do Itai. V. 22, n. 1, p. 92 -100, Campinas, SP, jan/jun, 1992.

BORTOLUZZI, R. C. 2006. Empanados. In: R. OLIVO (ed.), **O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango**. Criciúma, Ed. Do Autor, p. 481-494.

BRASIL. 2001. Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento. **Instrução Normativa N° 6 de 15 de fevereiro de 2001. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Empanados - Anexo III**. Acessado em: 15 de julho 2017, disponível em: <<http://elegis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?>>

DEGENHARDT, J. 2003. **Empanamento de produtos cárneos**. Aditivos & Ingredientes, 28(set/dez):77-79.

DILL, D. D.; SILVA, A. P.; LUVIELMO, M. M. **Processamento de Empanados: sistemas de cobertura. Estudos Tecnológicos** - Vol. 5, n° 1: 33-49 doi: 10.4013/ete.2009.51.03. ISSN 1808-7310, Porto Alegre, Jan-Abr 2009. 17p.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 2ª ed. Editora Champagnat: Curitiba, 2007. 239 p.

FELLOWS, P. 1994. **Tecnologia del processado de los alimentos**. Zaragoza, Editorial Acribia S.A,



GL-LABORATORIES WORLDWIDE. 2002. **Guia completo para sistemas de cobertura**. Guarulhos, Ed. do Autor, 41 p.

GONÇALVES, E.G; CARNEIRO, D.J. **Coeficientes de Digestibilidade Aparente da Proteína e Energia de Alguns Ingredientes Utilizados em Dietas para o Surubim-caparari (Pseudoplatystoma coruscans)**. Revista Brasileira Zootecnia, v.32, n.4, p.779-786, 2003.

KUBITZA, F. Tilápia – **tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí: Divisão de Biblioteca e Documentação, 2000.

LEMOS, A. L. S. C. **Valor agregado e conveniência para produtos cárneos**. In: Seminário e Curso Teórico-Prático Agregando Valor a Carne de Aves, 1, 2000, Campinas. Anais. Campinas; ITAL, 2000. p. 17-19.

MOURA, C.P. TIMPONE, L. T.; BARCARO, P.; LIMA, R.C.A. 2006. **Produtos Reestruturados**. Revista Nacional da Carne, 351(maio): 90-96.

NUNES, T. P.; TRINDADE, M. C.; ORTEGA, E. M. M.; CASTILLO, C. J. C. **Aceitação sensorial de reestruturados empanados elaborados com filé de peito de galinhas matrizes de corte e poedeiras comerciais**. ISSN 0101-2061. Ciênc. Tecnol. Aliment. v.26 n.4 Campinas out./dez. 2006.

OETTERER, M. **Da adoção de técnicas de beneficiamento e conservação do pescado de água doce**. Universidade de São Paulo- USP, Escola Superior da Agricultura Luiz de Queiroz- ESALQ, Pag. 2, 2002.

ORDÓÑEZ, J.A. 2005. **Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos**. 1ª ed., Porto Alegre, Editora Artmed, 293 p.

SHINSATO, E.; USHIJIMA, H.H.; CUNHA, A.F. 2002. **Amido modificado para empanados**. Food Ingredients, 16:112-113.

SILVEIRA, Expedito Tadeu Facco. **Produção de carne de frango mecanicamente separada**. CTC/ ITAL, 1994. (apostila)

SOUZA, M. L. R. **Processamento do filé e da pele da tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus): aspectos tecnológicos, composição centesimal, rendimento, vida útil do filé defumado e teste de resistência da pele curtida**. 2003. 169f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

UEMURA, C. H.; LUZ, M.B. 2003. **Sistemas de cobertura**. Aditivos & Ingredientes, 28(set / dez):81-82.

VEZZANI, Eurico. **Revestimento para carne de frango pronta para consumo**. Alimentos & Tecnologia, Ano I, n. 8, p. 110 -112, 1986.

VIANA, A.G. 2005. **Sistemas de empanamento**. Aditivos & Ingredientes, 38:74-78.

## ESTUDO DA HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DO SORO DE LEITE UTILIZANDO BETA-GALACTOSIDASE DE *ASPERGILLUS ORYZAE*

### **Adriana Aparecida Bosso Tomal**

Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Londrina – Paraná

### **Alessandra Bosso**

Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Londrina – Paraná

### **Lucas Caldeirão Rodrigues Miranda**

Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Londrina – Paraná

### **Raúl Jorge Hernan Castro Gómez**

Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Londrina – Paraná

**RESUMO:** A beta-galactosidase é uma enzima importante que hidrolisa a lactose podendo ser utilizada na obtenção de alimentos para indivíduos intolerantes a esse carboidrato. O soro de leite é utilizado como substrato na hidrólise da lactose por possuir alta concentração de lactose. O objetivo do trabalho foi realizar um estudo da hidrólise da lactose presente no soro de leite, utilizando a enzima beta-galactosidase de *Aspergillus oryzae*. Foi realizado um Planejamento Experimental Fatorial 2<sup>3</sup> com adição de 3 pontos centrais para avaliar o efeito das variáveis temperatura,

pH e concentração do soro sobre a atividade enzimática utilizando o soro de leite como substrato. As faixas estudadas foram pH de 4,5, 5,0 e 5,5, temperatura de 35, 40 e 45 °C e concentração de soro de 1, 5,5 e 10%. Os ensaios foram realizados em banho aquecido e as alíquotas foram retiradas após 15 minutos de reação. A atividade da enzima (U) foi definida como micromol de glicose liberada por mililitro de enzima por minuto de reação. Os valores de atividade variaram entre 0,037 a 0,540 U, o que demonstra dependência da atividade enzimática em relação às variáveis estudadas. As variáveis temperatura, concentração de soro e a interação temperatura – concentração de soro foram significativas. A condição para maximização da atividade enzimática foi de pH de 4,5, temperatura de 45 °C e concentração de soro de 10%.

**PALAVRAS-CHAVE:** Atividade enzimática, *Aspergillus oryzae*, Lactase, Soro de leite.

**ABSTRACT:** Beta-galactosidase is an important enzyme that hydrolyzes lactose and is used to obtain food for individuals intolerant to this carbohydrate. Whey has used a substrate in the hydrolysis of lactose because it has a high concentration of lactose. The objective of this work was to study the hydrolysis of lactose present in whey, using the enzyme beta-galactosidase of *Aspergillus oryzae*. A

Factorial Experimental Planning 2<sup>3</sup> was carried out with the addition of 3 central points to evaluate the effect of the variables temperature, pH and whey concentration on the enzymatic activity using the whey a substrate. The studied bands were pH of 4.5, 5.0 and 5.5, temperature of 35, 40 and 45°C and whey concentration of 1, 5.5 and 10%. The assays were performed in a heated bath and the aliquots were removed after 15 minutes of reaction. The activity of the enzyme (U) was defined as the micromol of glucose released per milliliter of enzyme per minute of reaction. The activity values ranged from 0.037 to 0.540 U, which shows the dependence of the enzymatic activity in relation to the studied variables. The variables temperature, whey concentration, and temperature - whey interaction were significant. The condition for maximization of enzymatic activity was pH 4.5, temperature 45°C and whey concentration of 10%.

**KEYWORDS:** Enzymatic activity, *Aspergillus oryzae*, Lactase, Whey

## 1 | INTRODUÇÃO

O soro de leite é um líquido opaco, amarelo-esverdeado, resultante da precipitação de gorduras e caseína do leite durante a fabricação de queijos, que representa em torno de 90% do volume de leite utilizado. O soro retém aproximadamente de 50 a 55% dos nutrientes do leite, ou seja, 6,3 - 12,4% dos lipídeos, 21,4 - 25,1% dos compostos nitrogenados, 88,0 - 99,3% dos açúcares e 61,8 - 88,5% dos sais (HARAGUCHI et al., 2009; OLIVEIRA, 2006).

A indústria de laticínios já considerou o soro de leite uma matéria prima de aproveitamento oneroso, entretanto com as regulamentações ambientais que proíbem o descarte de produtos com elevada demanda biológica de oxigênio, com as comprovações científicas do valor nutricional de seus constituintes e com o desenvolvimento de técnicas de fracionamento, o soro vem sendo utilizado como ingrediente ou como precursor de ingredientes na indústria de alimentos (GERNIGON; SCHUCK; JEANTE, 2010).

As proteínas solúveis e a lactose são os componentes mais importantes presentes no soro, aproximadamente 70 a 80% de lactose no soro em pó (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010). O dissacarídeo de baixo poder adoçante é uma fonte energética para diversos processos biotecnológicos, além de ser um produto utilizado na indústria farmacêutica e alimentícia (DIAS, 2008).

A lactose ou beta-D-galactopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)-D-glucose é constituída pelos monossacarídeos glicose e galactose ligados covalentemente por uma ligação O-glicosídica (NELSON; COX, 2013). Este dissacarídeo é solúvel em água, mas é dez vezes menos solúvel que a sacarose (VALSECHI, 2001). Possui sabor levemente adocicado em comparação com os outros açúcares (sacarose, glicose). Reage com as proteínas do leite ou soro, em altas temperaturas (110 – 150 °C) e se degrada em prolongados períodos de tempo (10 a 20 min), escurecendo o leite e dando-lhe um sabor cozido (TRONCO, 2003).

A lactose apresenta propriedades físicas e químicas que podem ser desejáveis ou indesejáveis para a indústria de alimentos (ZADOW, 1984). Como características desejáveis podemos citar o aumento da produção benéfica de ácido láctico no intestino, realce do sabor em alguns produtos, participação em reação de Maillard, o que é desejável para produtos de panificação e a baixa higroscopicidade (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010). Já como características indesejáveis podemos enumerar o seu baixo poder adoçante quando comparado com outros açúcares, baixa solubilidade e baixa digestibilidade para indivíduos intolerantes à lactose (ADAM et al., 2004; GUIMARÃES; TEIXEIRA; DOMINGUES, 2010).

A redução do teor de lactose no leite e seus derivados como soro de leite são de grande importância nutricional e comercial, pois além de modificar e melhorar suas características, como a diminuição dos riscos de cristalização e aumento do poder adoçante, torna-se digerível aos consumidores intolerantes à lactose (HUSAIN, 2010).

A intolerância à lactose ocorre quando o indivíduo é incapaz de produzir ou produz com deficiência a enzima beta-galactosidase, necessária para hidrolisar a lactose em glicose e galactose, e posterior metabolização pelo organismo (MATTAR; MAZO, 2010). Como resultado, a falta da enzima faz a lactose ingerida fermentar no intestino, ocasionando condições desagradáveis, tais como flatulência, distensão abdominal e diarreia (ADHIKARI et al., 2010; BARBOSA; ANDREAZZI, 2011).

A intolerância é um problema que atinge 75% da população mundial. (BACELAR JÚNIOR; KASHIWABARA; NAKAOKA, 2013). A razão mais comum para a má digestão da lactose e o declínio da atividade da enzima beta-galactosidase com o aumento da idade (CUNHA et al., 2007; PAIGE, 2013). Segundo Longo (2006) a intolerância à lactose é uma das mais comuns desordens genéticas.

Como consequência, percebe-se um crescimento considerável na pesquisa e desenvolvimento de processos biotecnológicos, economicamente viáveis para a obtenção de produtos lácteos com baixo teor de lactose (RODRIGUEZ; CRAVERO; ALONSO, 2008).

A hidrólise enzimática da lactose é um dos mais importantes processos biotecnológicos na indústria de alimentos e seus efeitos são potencialmente benéficos sobre a assimilação dos alimentos que contenham lactose e com vantagens ambientais na aplicação industrial (JURADO et al., 2002). Alguns dos benefícios da hidrólise da lactose são: melhoria das características tecnológicas e sensoriais de alimentos, formação de monossacarídeos; formação de galactooligossacarídeos favorecendo o crescimento da microbiota intestinal benéfica; maior biodegradabilidade do soro de leite, obtenção de leite e produtos lácteos com baixo teor de lactose, tornando-o mais digerível para pessoas com problemas relacionados a intolerância à lactose (LONGO, 2006).

A enzima beta-galactosidase [ $\beta$ -D-galactoside galactohidrolase; EC 3.2.1.23] também chamada de lactase pertence ao grupo das enzimas conversoras de sacarídeos da família das hidrolases, responsável pela hidrólise do resíduo terminal beta-

galactopiranosil da lactose (Gal $\beta$ 1 $\rightarrow$ 4Glic) dando origem a uma mistura equimolecular de glicose e galactose (PARK; OH, 2010).

As lactases podem ser encontradas na natureza, distribuídas em vegetais, tais como amêndoas, pêssego, damasco e maçã, em órgãos de animais como intestino, cérebro, testículos, placenta e ainda é produzida por uma vasta gama de micro-organismos (DWEVEDI; KAYASTHA, 2009). A fonte microbiana preferida desta enzima para aplicações biotecnológicas são os fungos filamentosos e as leveduras, sendo que suas características variam de acordo com sua origem (PETROVA; KUJUMDZIEVA, 2010; SANTOS; SIMIQUELI; PASTORE, 2009).

A legislação brasileira especifica por meio da resolução RDC nº 205/2006 complementada pela resolução RDC nº 26, de 26/05/2009, que a enzima beta-galactosidase utilizada na indústria de alimentos pode ser de origem microbiana, proveniente dos seguintes micro-organismos: *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, *Candida pseudotropicalis*, *Kluyveromyces lactis*, *Kluyveromyces fragilis*, *Kluyveromyces marxianus*, *Saccharomyces sp* (BRASIL, 2006). Estas espécies de micro-organismos são classificadas como (GRAS) pela Food and Drug Administration (FDA).

As beta-galactosidases originadas de micro-organismos são as mais interessantes do ponto de vista tecnológico, apresentando amplas vantagens como fácil manuseio e elevada produção (MARTINS; BURKERT, 2009).

As propriedades das beta-galactosidases dependem de diversos fatores que variam de acordo com sua origem e micro-organismo produtor (GEKAS; LÓPEZ-LEIVA, 1985). O peso molecular, o comprimento da cadeia de aminoácidos, a posição do sítio ativo, pH ótimo e termoestabilidade são características significativamente influenciadas pela fonte microbiana produtora da enzima (NATH et al., 2014).

As enzimas obtidas de fungos filamentosos possuem pH ótimo de atuação numa faixa ácida (3,0-5,0) enquanto o pH ótimo de atuação de beta-galactosidases provenientes de leveduras e bactérias está numa região mais neutra (6,0-7,0 e 6,5-7,5, respectivamente). Outro fator que depende da origem da enzima é a temperatura. As enzimas lactases provenientes de fungos filamentosos possuem maior atividade e maior estabilidade a temperaturas mais elevadas (45 – 60°C) quando comparadas às beta-galactosidases oriundas de leveduras que são favorecidas por temperaturas mais brandas (30-37°C) (RECH et al., 1999; WHITAKER, 1994). Estas diferentes condições de pH e temperatura ótimos permitem selecionar a beta-galactosidase mais apropriada para uma aplicação específica (PANESAR et al., 2006).

A indústria apresenta grande interesse na enzima beta-galactosidase, visto que sana problemas associados com o descarte do soro, cristalização da lactose em alimentos congelados. A hidrólise da lactose é uma maneira de possibilitar o consumo de leite e derivados por indivíduos acometidos pela intolerância a esse dissacarídeo (DWEVEDI; KAYASTHA, 2009; HUSAIN, 2010).

O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo da hidrólise da lactose presente no soro de leite, utilizando a beta-galactosidase comercial de *Aspergillus oryzae*.



## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Matéria-prima

O soro de leite em pó integral utilizado como matéria prima foi adquirido da empresa Confepar® (Londrina, Brasil). A enzima utilizada foi a beta-galactosidase comercial de *Aspergillus oryzae* Pharmanostra (BIO-CAT®, Estados Unidos). Tanto o soro de leite como a enzima foram armazenados a 4 °C até seu uso.

### 2.2 Métodos

#### 2.2.1 Caracterização físico-química do soro

Retirou-se uma amostra representativa do soro de leite em pó para realizar sua caracterização. A análise de proteínas foi realizada pelo método de Kjeldahl, sendo que o fator de conversão utilizado foi de 6,38. O perfil de minerais foi determinado em Espectrofotômetro de Emissão Atômica (ICP). A determinação de cinzas totais foi realizada pelo método de mufla 550°C. O pH foi determinado por potenciômetro digital (Hanna Instruments - modelo HI3221). O teor de lipídeos foi quantificado por soxhlet com hidrólise ácida. As análises foram realizadas em triplicata segundo metodologia descrita pela AOAC (2012).

Os carboidratos glicose, galactose e lactose foram determinados por HPAEC-PAD (High-Performance Anion Exchange Chromatography).

#### 2.2.2 Atividade enzimática (hidrólise da lactose)

Os respectivos ensaios de hidrólise de atividade enzimática (Tabela 1) foram conduzidos em tubos de ensaio em banho aquecido. A concentração de enzima utilizada para cada ensaio foi de 4 g/L de soro. O tempo total de reação foi de 15 minutos. A reação foi paralisada após os ensaios serem levados à banho fervente (aprox. 98°C) durante 5 minutos.

A concentração de glicose foi determinada pelo método espectrofotométrico de glicose oxidase (*Kit Glicose, BIOLIQUID*), sendo a absorvância medida a 550 nm. A atividade da enzima (U) foi definida como micromol de glicose liberada por mililitro de enzima por minuto de reação ( $\mu\text{mol/mL/min.}$ ).

#### 2.2.3 Otimização da atividade enzimática

Foi realizado um Planejamento Experimental Fatorial  $2^3$  com adição de 3 pontos centrais, totalizando onze ensaios, para avaliar a efeito das variáveis temperatura, pH e concentração do soro tendo como variável resposta a atividade enzimática.

As variáveis independentes em níveis reais e codificados estão apresentadas na Tabela 1.

Ensaio	pH	Temperatura (°C)	Soro de Leite (g/100mL)	Atividade Enzimática ( $\mu\text{mol/mL/min.}$ )
1	-1 (4,5)	-1 (35)	-1 (1,0)	0,054
2	1 (5,5)	-1 (35)	-1 (1,0)	0,037
3	-1 (4,5)	1 (45)	-1 (1,0)	0,074
4	1 (5,5)	1 (45)	-1 (1,0)	0,060
5	-1 (4,5)	-1 (35)	1 (10)	0,174
6	1 (5,5)	-1 (35)	1 (10)	0,166
7	-1 (4,5)	1 (45)	1 (10)	0,542
8	1 (5,5)	1 (45)	1 (10)	0,493
9	0 (5,0)	0 (40)	0 (5,5)	0,229
10	0 (5,0)	0 (40)	0 (5,5)	0,218
11	0 (5,0)	0 (40)	0 (5,5)	0,240

**Tabela 1.** Planejamento Experimental 2<sup>3</sup> para a variável dependente atividade enzimática (U) e variáveis independentes (codificadas e decodificadas) pH, Temperatura e Concentração de Soro de Leite.

### 2.2.4 Estatística

As análises foram realizadas em triplicata e os resultados avaliados pelo software Estatística 8.0 (StatSoft® Inc, 2007) utilizando análise de variância (ANOVA).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Caracterização do soro de leite

A lactose é o componente em maior quantidade no soro de leite em pó (Tabela 2), correspondendo aproximadamente 70% em base seca (DAVID et al., 2010). A caracterização do teor de minerais no soro de leite é importante devido a atuação como ativadores ou inibidores enzimáticos, influenciando na hidrólise enzimática.

Componente	Concentração*
pH	6,8 $\pm$ 0.1
Proteína (g/100g)	17.0 $\pm$ 0.36
Lipídeos (g/100g)	2.93 $\pm$ 0,14
Glicose (g/100g)	0.63 $\pm$ 0.07
Galactose (g/100g)	2.05 $\pm$ 0.09
Lactose (g/100g)	68.28 $\pm$ 0.24
Minerais (g/100g)	9.02 $\pm$ 0.01
K <sup>+</sup> (mg/100g)	1918.5 $\pm$ 0,21
Ca <sup>2+</sup> (mg/100g)	731.98 $\pm$ 0.22
Mg <sup>2+</sup> (mg/100g)	125.19 $\pm$ 0.16
Fe <sup>2+</sup> (mg/Kg)	5.81 $\pm$ 0.11

Mn <sup>2+</sup> (mg/Kg)	0.19 ± 0.07
Zn <sup>2+</sup> (mg/Kg)	3.01 ± 0.14
Cu <sup>2+</sup> (mg/Kg)	1.59 ± 0.16
Al <sup>3+</sup> (mg/Kg)	11.27 ± 0.11
Fósforo (mg/100g)	785.06 ± 0.22
Enxofre (mg/100g)	196.91 ± 0.15
Boro (mg/Kg)	5.52 ± 0.11
Cromo (mg/Kg)	0.40 ± 0.15
Molibdênio (mg/Kg)	0.37 ± 0.07
Níquel (mg/Kg)	0.43 ± 0.12

**Tabela 2:** Caracterização química do soro de leite em pó

\* Médias e desvios padrão; resultados expressos em base seca.

Chen, Hsu e Chiang (2002) relataram que os cátions Mg<sup>+2</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Zn<sup>+2</sup> e Na<sup>+</sup> podem ativar ou inibir a enzima, dependendo da sua origem. Reed e Nagodawithana (1993) também descreveram que as enzimas são fortemente inibidas pela alta concentração de cálcio e por pequenas concentrações de sódio. São também inibidas pela presença de galactose (inibição competitiva) e pela glicose (inibição não-competitiva).

### 3.2 Otimização da atividade enzimática

Os valores de atividade enzimática para o planejamento experimental variaram entre 0,037 (ensaio 2) a 0,540 U (ensaio 7). Estes resultados evidenciaram a dependência da atividade enzimática em função das variáveis estudadas.

A Tabela 3 evidenciou a significância ( $p < 0,05$ ) dos parâmetros, temperatura, concentração de soro e a interação entre esses dois termos. E não significativos ( $p > 0,05$ ) para os efeitos de pH, interação pH-temperatura e interação pH-concentração do soro.

Fator	Efeitos	Erro padrão	T(2)	p
Média	0,203	0,003	61,355	0,000
(1) pH	-0,009	0,008	-1,266	0,333
(2) Temperatura (°C)*	0,190	0,008	25,282	0,002
(3) Soro de leite (g/100mL) *	0,300	0,008	38,524	0,001
Interação 1 vs 2	-0,022	0,008	-2,783	0,108
Interação 1 vs 3	-0,019	0,008	-2,398	0,139
Interação 2 vs 3*	0,151	0,008	19,394	0,002

**Tabela 3.** Estimativa dos efeitos para atividade da beta-galactosidase utilizando Planejamento Experimental Fatorial 2<sup>3</sup> com adição de 3 pontos centrais.

\* Parâmetros significativos. Coeficiente de regressão (R<sup>2</sup>) = 0,98

AA análise de Variância (ANOVA) mostrou que o modelo de regressão foi significativo

( $p < 0,05$ ), uma vez que o  $F_{cal} = 419,09$  foi maior que o  $F_{tab} = 19,33$ . A falta de ajuste para o modelo não foi significativa ( $p > 0,05$ ), o que indica que a variação dos dados em torno da reta de regressão é devido ao erro aleatório das observações. Outro parâmetro que corrobora com a qualidade do modelo é o coeficiente de determinação da regressão ( $R^2$ ), que foi de 0,98, denotando, portanto, um excelente ajuste dos dados ao modelo proposto.

Fonte de variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Média quadrática	$F_{cal}$	$F_{tab}$
Regressão	0,304261	6	0,050710	419,09	19,33
Falta de ajuste	0,002687	2	0,001343	11,09	19,00
Erro puro	0,000242	2	0,000121		
Total	0,307190	10			

**Tabela 4.** Análise de variância (ANOVA) para o modelo  
Coeficiente de regressão ( $R^2$ ) = 0,98

A partir das superfícies de contorno (Figura 1 A, B e C), foi possível observar que a maior atividade enzimática está na região de maiores temperatura e concentração de soro e menor pH (atividade enzimática 0,542 U).

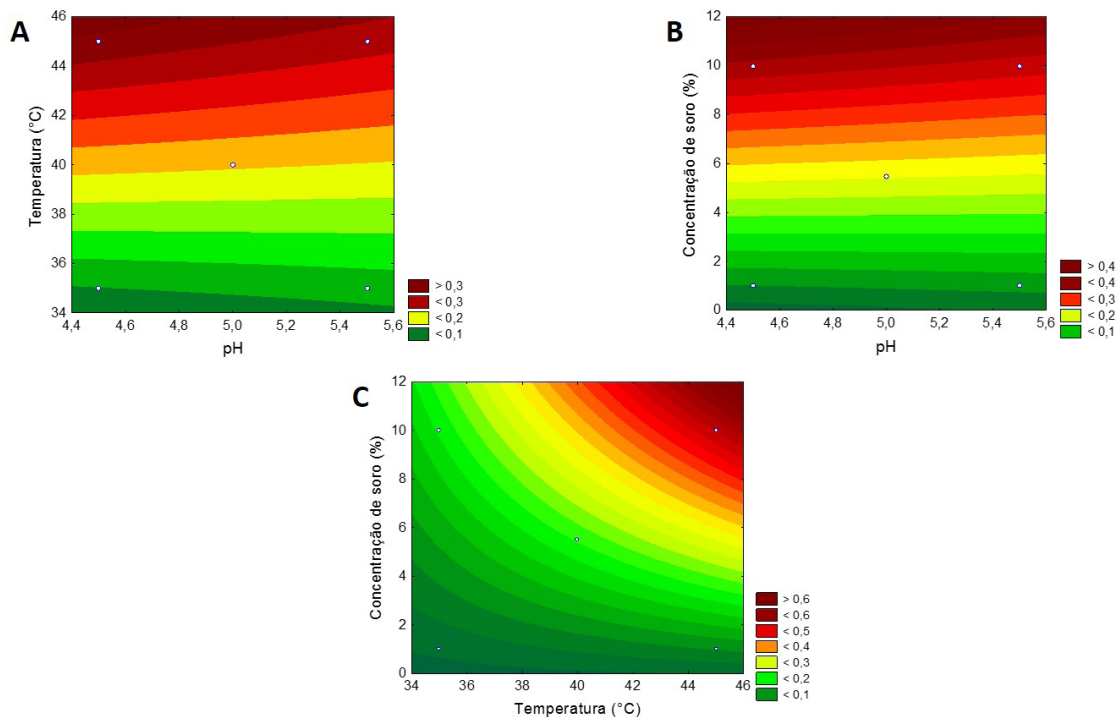
Os resultados sobre a variável pH corroboram com FURLONG (2000), onde diz que o pH influencia a atividade enzimática interferindo com a estabilidade e com a atividade propriamente dita, pois propicia que os grupamentos do centro ativo fiquem na forma química adequada para interagirem com o substrato. Os efeitos interagem juntos, mas o conhecimento do pH ótimo de atividade de uma enzima é um bom indicador para caracterizá-la frente ao substrato, sendo que cada substrato será melhor transformado em diferentes pHs.

Borzani et al. (2001) explica que a influência da temperatura sobre a reação enzimática compreende duas fases distintas: em princípio, aumentos de temperatura levam a aumentos de velocidade de reação, por aumentar a energia cinética das moléculas, aumentando a probabilidade de choques efetivos entre elas. Temperaturas mais altas levam à desnaturação da enzima, por alterarem as ligações químicas que mantêm sua estrutura tridimensional. A temperatura que provoca desnaturação naturalmente varia para cada enzima, mas, geralmente, está pouco acima de sua temperatura ótima. Os resultados deste trabalho indicam que a faixa de temperatura utilizada foi suficiente para aumentar a taxa de hidrólise do soro de leite e não levou à desnaturação da enzima.

Um estudo semelhante, utilizando lactose como substrato e beta-galactosidase proveniente de *Aspergillus oryzae*, demonstrou que a temperatura ótima da enzima proveniente desse micro-organismo foi de 50 °C, e pH ótimo de 4,5, valores de temperatura e pH próximos aos resultados nesse estudo (HAIDER; HUSAIN, 2007).

Estudos como de Vera, Guerreiro e Illanes (2011) e Tomal (2015) realizados com beta-galactosidase de *Aspergillus oryzae* e sob condições experimentais favoráveis a esta enzima, demonstram que a atividade enzimática é favorecida com as concentrações elevadas de substrato, confirmando os resultados obtidos neste trabalho.

Por fim, as melhores condições indicadas pelo modelo foi para pH 4,5, temperatura de 45 °C e 10% (m/v) de soro de leite, promovendo um aumento de 10 vezes a atividade enzimática em relação ao ensaio de menor atividade, e 2,65 vezes em relação à média dos experimentos.



## 4 | CONCLUSÃO

Com base nos resultados deste trabalho, pode-se concluir que a metodologia de superfície de resposta mostrou-se eficiente, na otimização das condições de temperatura, pH e concentração de soro de leite, para a maximização da hidrólise do soro de leite utilizando a enzima beta-galactosidase de *Aspergillus oryzae*.

As variáveis pH, temperatura e concentração de soro de leite nas faixas estudadas exerceram efeito sobre a hidrólise da enzima beta-galactosidase, sendo a melhor condição para maximização de atividade enzimática de pH de 4,5, temperatura de 45 °C e concentração de soro de 10%.

A enzima beta-galactosidase de *Aspergillus oryzae* mostrou ser uma alternativa viável no estudo da viabilidade da hidrólise em produtos lácteos contendo soro de leite.

## REFERÊNCIAS

ADAM, A. C., RUBIO-TEXEIRA, M., POLAINA, J. Lactose: the milk sugar from a biotechnological

perspective, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. V. 44, p. 553-557, 2004.

ADHIKARI, K.; DOOLEY, L. M.; CHAMBERS I. V. E.; BHUMIRATANA, N. **Sensory characteristics of commercial lactose-free milks manufactured in the United States**. *LWT - Food Science and Technology*. v. 43, n. 1, p. 113-118, 2010.

AOAC. **Association of official analytical chemists. Official methods of analysis of the AOAC International**. 19 ed. Arlington. 2012.

BACELAR JÚNIOR, A. J.; KASHIWABARA, T. G. B.; NAKAOKA, V. Y. E. S. **Intolerância a lactose – revisão de literatura**. *Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research*. v.4, n.4, p. 38- 42, 2013.

BARBOSA, C. R.; ANDREAZZI, M. A. **Intolerância à lactose e suas consequência no metabolismo do cálcio**. *Revista Saúde e Pesquisa*. v.4, n.1, p. 81-86, 2011.

BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A.; AQUARONE, E. **Biotechnologia Industrial**. v. 1. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 2001.

BRASIL. AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução RDC nº 205, de 14 de novembro de 2006. Aprova o Regulamento técnico sobre enzimas e preparações enzimáticas para uso na produção de alimentos destinados ao consumo humano conforme a sua origem, constante do anexo desta Resolução. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 17 nov. 2006.

CHEN, C. S.; HSU, C. K.; CHIANG, B. H. **Optimization of the enzymatic process for manufacturing low-lactose milk containing oligosaccharides**. *Process Biochemistry*. v. 38, p. 801-808, 2002.

CUNHA, L. R.; SOARES, N. F. F.; ASSIS, F. C. C.; MELO, N. R.; PEREIRA, A. F.; SILVA, C. B. **Desenvolvimento e avaliação de embalagem ativa com incorporação de lactase**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, v. 27, n. 1, p. 23-26, 2007.

DAVID, F. M.; COLLAO-SAENZ, E. A.; PÉREZ, J. R. O.; CASTRO, A.L.A.; RESENDE, H. R. A.; LANDIM, A.V. Efeito da adição de soro de leite sobre a digestibilidade aparente e os parâmetros sanguíneos de vacas secas. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. v. 62, p. 1183-1190, 2010.

DIAS, M. C. **Utilização de diferentes substratos e culturas lácteas comerciais empregadas na produção de bebidas lácteas**. 2008. 68f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2008.

DWEVEDI, A.; KAYASTHA, A.M. **Optimal immobilization of  $\beta$ -galactosidase from Pea (PsBGAL) onto Sephadex and chitosan beads using response surface methodology and its applications**. *Bioresource Technology*. v. 100, p. 2667-2675, 2009.

DWEVEDI, A.; KAYASTHA, A.M. **Optimal immobilization of  $\beta$ -galactosidase from Pea (PsBGAL) onto Sephadex and chitosan beads using response surface methodology and its applications**. *Bioresource Technology*. v. 100, p. 2667-2675, 2009.

FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. **Química de Alimentos de Fennema**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FURLONG, E. B. **Bioquímica: um enfoque para alimentos**. 1ª edição. Rio Grande: EDGRAF Editora e Gráfica da Fundação Universidade Federal do Rio Grande, 172 p, 2000.

GEKAS, V.; LÓPEZ-LEIVA, M. **Hydrolysis of lactose: a literature review**. *Process Biochemistry*. v. 20, p. 2-12, 1985.



- GERNIGON, G.; SCHUCK P.; JEANTET, R. **Processing of mozzarella cheese wheys and stretchwaters: a preliminary review**. Dairy Science and Technology. v. 90, n. 1, p. 27- 46, 2010.
- GUIMARÃES, P. M. R., TEIXEIRA, J. A., DOMINGUES, L. **Fermentation of lactose to bio-ethanol by yeasts as part of integrated solutions for the valorization of cheese whey**. Biotechnology Advances. v. 28, p. 375-384, 2010.
- HAIDER, T.; HUSAIN, Q.; Calcium alginate entrapped preparations of *Aspergillus oryzae*  $\beta$ -galactosidase: Its stability and applications in the hydrolysis of lactose. International Journal of Biological Macromolecules. v. 41, p.72–80, 2007.
- HARAGUCHI, F. K.; PEDROSA, M. L.; DE PAULA, H.; SANTOS, R. C.; SILVA, M. E. **Influência das proteínas do soro sobre enzimas hepáticas, perfil lipídico e formação óssea de ratos hipercolesterolêmicos**. Revista de Nutrição. v. 22, n. 4, p. 517-525, 2009.
- HUSAIN, Q.  **$\beta$ -galactosidase and their potential applications: a review**. Critical Reviews in Biotechnology. v. 30, n. 1, p. 41-62, 2010.
- JURADO, E., CAMACHO, F., LUZÓN, G., VICARIA, J. M. **A new kinetic model proposed for enzymatic hydrolysis of lactose by  $\beta$ -galactosidase galactosidase from *Kluyveromyces fragilis***. Enzyme and Microbial Technology. v. 31, p. 300–309, 2002.
- LADERO, M.; SANTOS, A.; GARCÍA-OCHOA, F. **Kinetic modeling of lactose hydrolysis by immobilized  $\beta$ -galactosidase from *Kluyveromyces fragilis***. Enzyme and Microbial, Technology. v. 27, p. 583-592, 2000.
- LONGO, G. **Influência da adição de lactase na produção de iogurte**. 2006. 89f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- MARTINS, A; R, BURKERT, C. A. V. **Revisão galactooligossacarídeos (GOS) e seus efeitos prebióticos e bifidogênicos**. Brazilian Journal of Food Technology. v. 12, n. 3, p.230-240, 2009.
- MATTAR, R.; MAZO, D. F.de C. **Intolerância à Lactose: mudança de paradigmas com a biologia molecular**. Revista da Associação Médica Brasileira. v. 56, n. 2, p. 230- 236, 2010.
- NATH, A.; MONDAL, S.; CHAKRABORTY, S.; BHATTACHARJEE, C.; CHOWDHURY, R. **Production, purification, characterization, immobilization, and application of  $\beta$ -galactosidase: a review**. *Asia-Pacific Journal of Chemical Engineering*. v.9, n.3, p. 330-48, 2014.
- NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger Principles of Biochemistry**. W.H. Freeman, 2013.
- OLIVEIRA, V. M. **Formulação de bebida láctea fermentada com diferentes concentrações de soro de queijo, enriquecida com ferro: caracterização físico-química, análises microbiológicas e sensoriais**. 2006. 78f. Dissertação (Mestrado Medicina Veterinária) – Faculdade de Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro. 2006.
- PAIGE, D. M. **Lactose Intolerance**. Encyclopedia of Human Nutrition. 3 ed. p. 67– 73, 2013.
- PANESAR, P. S.; PANESAR, R.; SINGH, R. S.; KENNEDY, J. F.; KUMAR, H. **Microbial production, immobilization and applications of beta-D-galactosidase**. Journal of Chemical Technology and Biotechnology. v. 81, n.4, p.530-543. 2006.
- PARK, A. R.; OH, D. K. **Galacto-oligosaccharide production using microbial  $\beta$ -galactosidase: current state and perspectives**. Applied Microbiology and Biotechnology. v. 85, p.1279-1286, 2010.

- PETROVA, V. Y.; KUJUMDZIEVA, A. V. **Thermotolerant yeast strains producers of galactooligosaccharides**. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. v. 24, p. 1612-1619, 2010.
- RECH, R.; CASSINI, C.F.; SECCHI, A. and AYUB, M.A.Z. **Utilization of protein-hydrolyzed cheese whey for production of  $\beta$ -galactosidase by *Kluyveromyces marxianus***. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*. v. 23, n. 2, p. 91-96, 1999.
- REED, G; NAGODAWITHANA, T. **Enzymes in food processing**. 3th ed. New York: Academic Press, 1993.
- RODRIGUEZ, V. A.; CRAVERO, B. F.; ALONSO, A. **Proceso de elaboración de yogur deslactosado de leche de cabra**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, v.28, p.109-115, 2008.
- SANTOS, R.; SIMIQUELI, A. P. R.; PASTORE, G. M. **Produção de galactooligossacarídeo por *Scopulariopsis* sp.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. v. 29, p. 682-689, 2009.
- STATSOFT - Statistic (data analysis software system), version 7.0 Tulsa Statsoft Inc Available from: [www.satsoft.com](http://www.satsoft.com). 2007.
- TOMAL, A. A. B. **Produção de galactooligossacarídeos a partir de soro de leite utilizando  $\beta$ -galactosidase de *Aspergillus oryzae* e *Kluyveromyces lactis***. 2015. 116f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) Universidade Estadual de Londrina, Londrina- PR. 2015.
- TRONCO, V. M. **Manual para inspeção da qualidade do leite**. Santa Maria: Editora da UFSM, 192p, 2003.
- VALSECHI, O. **Tecnologia de produtos agrícolas de origem animal: o leite e seus derivados**. Araras – SP: UFSCar, Centro de Ciências Agrárias, 36p, 2001.
- VERA, C.; GUERRERO, C.; ILLANES, A.; **Determination of the transgalactosylation activity of *Aspergillus oryzae*  $\beta$ -galactosidase: effect of pH, temperature, and galactose and glucose concentrations**, *Carbohydrate Reserch*. V. 346, p. 745-752, 2011
- WHITAKER, J. R. **Principles of Enzymology for the Food Sciences**. 2. ed. Davis: University of California, 625p, 1994.
- ZADOW, J. G. **Lactose – Properties and Uses**. *Journal of Dairy Science*. v. 67, n. 11, p.2654–2679. 1984.

## FILMES DE AMIDO PRODUZIDOS POR EXTRUSÃO

### **Bruna dos Santos**

Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR,  
Engenharia de Produção Agroindustrial  
Campo Mourão/PR

### **Tânia Maria Coelho**

Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR,  
Departamento Engenharia de Produção  
Maringá/PR

### **Arthur Maffei Angelotti**

Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR,  
Engenharia de Produção Agroindustrial  
Campo Mourão/PR

### **Ederaldo Luiz Beline**

Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR,  
Departamento Engenharia de Produção  
Maringá/PR

### **Nabi Assad Filho**

Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR,  
Departamento Engenharia de Produção  
Campo Mourão/PR

**RESUMO:** O crescente acúmulo de lixo não biodegradável, aliado à dificuldade de reciclagem da maioria das embalagens sintéticas na atualidade, tem atraído a atenção do meio acadêmico e industrial no sentido de desenvolver novos materiais biodegradáveis que atendam as exigências das indústrias. Neste contexto, a presente pesquisa apresenta como objetivo uma alternativa para as embalagens

plásticas, estabelecendo uma forma de produzir blendas de polietileno à base de amido termoplástico, em grande escala, através da extrusão, com capacidade de permeabilização e estabilidade garantida, a partir de recursos renováveis de baixo custo. Tendo conhecimento que uma das maneiras de tornar um polímero antes poluente, biodegradável, é adicionando carga de amido à sua composição. Para isso foi utilizado métodos de modificação do amido natural em amido termoplástico, e em seguida preparadas as blendas, da mistura do amido termoplástico com o polietileno, via extrusão. As blendas obtidas se mostraram perfeitamente viáveis visto que não apresentaram sinais de degradação térmica, além de que manteve as características indispensáveis do polietileno. Constatando assim que as blendas produzidas apresentaram características plásticas ideais para a incorporação da blenda ao polietileno produzido nas empresas, sem dificultar os processos realizados na empresa e trazendo inúmeros benefícios ambientais, sociais e econômicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Amido Termoplástico; Blendas; Biodegradável.

**ABSTRACT:** The growing accumulation of non-biodegradable waste, coupled with the difficulty of recycling most synthetic packaging today, has attracted the attention of academia

and industry in developing new biodegradable materials that meet the demands of industries. In this context, the present research presents as an objective an alternative for plastic packaging, establishing a way to produce polyethylene blends based on thermoplastic starch, on a large scale, through extrusion, with permeability and guaranteed stability, from resources renewable energy sources. Having knowledge that one way of rendering a previously polluting, biodegradable polymer is by adding starch charge to its composition. For this, methods of modifying the natural starch in thermoplastic starch were used, and then the blends were prepared, the mixture of the thermoplastic starch with the polyethylene, via extrusion. The obtained blends were perfectly viable since they showed no signs of thermal degradation, besides maintaining the instable characteristics of the polyethylene. Thus, the blends produced presented ideal plastic characteristics for the incorporation of the blends to the polyethylene produced in the companies, without hindering the processes carried out in the company and bringing numerous environmental, social and economic benefits.

**KEYWORDS:** Thermoplastic starch; Blends; Biodegradable.

## 1 | INTRODUÇÃO

Muitos pesquisadores focam seu trabalho no estudo de polímeros de novas fontes, principalmente de fontes renováveis, com o intuito de vir a substituir polímeros derivados do petróleo, que se encontra escasso atualmente. Estes plásticos derivados de petróleo são prejudiciais ao ambiente, principalmente após o descarte (MIGUEL, 2014).

Nesse contexto, a busca por soluções que levem a um tipo de plástico descartável ideal vem mobilizando cientistas e ambientalistas há algum tempo. As pesquisas apostam na substituição dos plásticos convencionais por plásticos biodegradáveis.

O ponto positivo no uso das embalagens biodegradáveis é que o processo de degradação não se inicia enquanto os produtos estão em uso: a decomposição começa após uma prolongada exposição a agentes externos, como o sol, a chuva, vento e umidade, o que não compromete as propriedades dos produtos (FRAGMAQ, 2013).

Assim com a produção de plásticos biodegradáveis, apresentando como matérias primas polímeros naturais e com resistência à água, pode-se amenizar os problemas ambientais relacionadas ao plástico. Que além de ter reutilização, são renováveis e podem ser descompostos num pequeno período de tempo em comparação com os polietilenos.

Uma das maneiras de tornar um polímero antes poluente, biodegradável, é adicionando carga de amido à sua composição. Esse composto polimérico com adição de amido combina características fundamentais dos polímeros, tais como: modo de processamento, seja por extrusão, por injeção, capacidade de formação de filme além de boa resistência. Possui também características do amido, que por ser um alimento, consegue ser decomposto por fungos e bactérias (GOMES, 2014).

Desde o final dos anos 70, a aplicação do amido nativo como um material polimérico biodegradável, cargas em polímeros (plásticos) sintéticos, é estudada a fim de acelerar o processo de biodegradação (RÓZ, 2004; CARVALHO, 2002; BELHASSEN, 2011 *apud*. MIGUEL, 2014).

Em face ao contexto atual, uma nova tecnologia vem revolucionando o mercado de descartáveis: é o amido termoplástico, que é produzido a partir do amido (RÓZ, 2003).

O interesse pela utilização de blendas de amido termoplástico e polietileno ganhou relevância a partir da última década em função de uma nova visão, onde aumentar o conteúdo de materiais de fontes renováveis é requerido e também em função dos avanços técnicos obtidos com o termoplástico (MIRANDA, 2011).

Partindo de métodos de fabricação do amido termoplástico, pesquisados na literatura, e de algumas formas aplicação, serão pesquisadas novas maneiras de incorporar o amido numa tentativa de obter um produto com características hidrofílicas e biodegradáveis.

O objetivo desse trabalho é estabelecer uma forma de produzir blendas de polietileno à base de amido termoplástico com capacidade de permeabilização e estabilidade garantida, a partir de recursos renováveis de baixo custo. Para isso utilizaremos métodos de modificação do amido natural em amido termoplástico, e em seguida prepararemos blendas, da mistura do amido termoplástico com o polietileno, via extrusão. Essas blendas serão testadas via técnicas de qualidade e degradação.

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Importância da Sustentabilidade

A sustentabilidade está diretamente relacionada à necessidade de administrar com visão de futuro os recursos que abrange em dimensões econômica, social e ambiental (CANGEMI, 2005).

Com o impulso do desenvolvimento industrial, as empresas estão tomando um comportamento ambiental ativo, transformando uma postura passiva em oportunidades de negócios. No atual cenário econômico, muitas empresas fazem o possível para tornarem-se competitivas nas questões de redução de custos, de minimizar o impacto ambiental e de agir com responsabilidade social. (LORA, 2000).

O que estas empresas têm descoberto é que controlar a geração e destinação de seus resíduos é uma forma a mais de economizar e que possibilite a conquista de preciosos pontos com a sociedade e o meio ambiente, pois não se trata apenas da produção de produtos, mas sim, a preocupação com seu destino final (LORA, 2000).

### 2.2 Plástico

A palavra deriva do grego *plastikos*, que significa próprio para ser moldado ou

modelado, por se tratar de um material extremamente flexível. A principal fonte de matéria-prima desse produto é o petróleo, sendo que atualmente sua fabricação absorve cerca de 3% da produção mundial (CANGEMI, 2005).

Conforme Piatti *et al.* (2001), plástico é o “termo geral dado a matérias macromoleculares que poder ser moldados por ação de calor ou pressão”, e Cangemi (2005) o define como um material cujo constituinte fundamental é um polímero, principalmente orgânico e sintético.

### 2.2.1 Plástico Biodegradável

A denominação bioplástico é normalmente utilizada para dois tipos diferentes de produtos: plásticos produzidos a partir de matérias-primas renováveis, convertidas em produtos biodegradáveis ou não biodegradáveis, e plásticos biodegradáveis produzidos a partir de matérias-primas renováveis ou fósseis, também conhecidos como polímeros biodegradáveis (BPD) (AOYAMA, 2007).

Os plásticos biodegradáveis, ao contrário dos sintéticos derivados do petróleo, apresentam substâncias biodegradáveis onde os micro-organismos presentes no meio ambiente são capazes de convertê-las em substâncias mais simples, existentes naturalmente em nosso meio assim sofrem biodegradação com relativa facilidade, se integrando totalmente à natureza (CANGEMI, 2005).

De acordo com Ramalho (2009), plásticos biodegradáveis têm propriedades físicas e químicas semelhantes ao plástico comum, mas levam entre 18 a 20 meses para serem degradados. Isso porque muitos micro-organismos, como bactérias e fungos encontrados no solo, liberam algumas enzimas capazes de decompor os plásticos biodegradáveis, o que é impossível no caso do plástico convencional.

A degradação dos plásticos biodegradáveis pode ser observada na sequência da Figura 1:



FIGURA 1- Degradação do plástico biodegradável.

Fonte: (OLIVEIRA, 2010).

Assim os plásticos biodegradáveis, são materiais que tem seu processo de degradação ativado biologicamente por ação enzimática, ou também, mas não somente, por processos não enzimáticos como hidrólise e fotodegradação (RÓZ,



2003).

## 2.3 Amido

Santos (2012) define o amido como um carboidrato nutricional, sendo um polissacarídeo composto de amilose e amilopectina que são facilmente hidrolisadas, produzindo carboidratos de baixo peso molecular.

O amido é um polímero natural que é encontrado em vegetais dos quais a reserva energética é composta por esse polímero, pois tem características propícias na formação de polímeros biodegradáveis, além de haver abundância de fontes de amido no Brasil é matéria-prima de baixo custo quando comparada a polímeros sintéticos, sendo possível a produção de material plástico a partir do mesmo, numa ampla escala industrial (SILVA, 2010).

### 2.3.1 Amido Modificado

As modificações do amido podem ser físicas, químicas, enzimáticas ou combinadas, visando modificar a estrutura do amido para que assim ele possa ser ajustado à determinada aplicação produzindo os efeitos desejados. Exemplos de modificações são: extrusão, anelring, gelatinização, oxidação, acidificação, dextrinização (SANTOS, 2012).

Os efeitos em processos industriais podem ser: maior resistência ao cisalhamento e a ciclo de congelamento/descongelamento, manutenção de viscosidade e estrutura, formação de géis, produção de monossacarídeos, entre outros (SANTOS, 2012).

De acordo com Cerada *et al.* (s.d.) as modificações do amido nativo são feitas para proporcionar produtos amiláceos com propriedades necessárias para usos específicos.

### 2.3.2 Amido Termoplástico

Em face ao contexto atual, uma nova tecnologia vem revolucionando o mercado de descartáveis: é o amido termoplástico, que é produzido a partir do amido (RÓZ, 2003).

O estudo para o emprego do amido termoplástico na substituição do plástico convencional, destinado a algumas aplicações específicas vem ganhando força e recebendo considerável atenção no cenário dos recursos renováveis. Esses podem ser empregados como saco de lixo, filmes para proteger alimentos, fraldas infantis, hastes flexíveis com pontas de algodão para uso na higiene pessoal; na agricultura vem sendo empregado como filme na cobertura do solo e recipientes para plantas (RÓZ, 2003).

O amido, quando submetido à pressão, cisalhamento, temperaturas na faixa de 90-180°C e na presença de um plastificante como água ou glicerol, o amido se

transforma em um material fundido que na presença de um agente plastificante, pode ser gelatinizado, e sob efeito de cisalhamento se transformar em um fundido (CORRADINI *et al.*, 2007). Ainda de acordo com o autor, nesse fundido, as cadeias de amilose e amilopectina estão intercaladas, e a estrutura semicristalina original do grânulo é destruída, esse material é denominado amido termoplástico (TPS) ou amido desestruturado ou amido plastificado sob pressão e temperatura.

## 2.4 Plastificantes

Os plastificantes são geralmente, moléculas pequenas, pouco voláteis e são adicionados aos polímeros de alto peso molecular para amolecê-los ou abaixar seu ponto de fusão durante o processamento, ou para lhe adicionar uma flexibilidade ou extensibilidade semelhante à da borracha (CANGEMI, 2005).

O amido natural apresenta ponto de fusão acima de sua temperatura de degradação, sendo necessário adicionar um plastificante para diminuir sua temperatura de fusão para realizar seu processamento. Os plastificantes mais usados para o amido são: a água e o glicerol (CORRADINI *et al.*, 2007).

Após o processo de desestruturação e plastificação do amido não ocorreram mudanças nos valores de torque, indicando que não ocorreram processos de degradação e reticulação nas condições utilizadas para o processamento (CORRADINI *et al.*, 2007).

## 2.5 Polietileno

Polímeros são compostos químicos obtidos a partir da ligação de unidades elementares ou monômeros, os quais se repetem sucessivamente. Um dos tipos de polímeros mais conhecidos é o polietileno (LONTRA, 2011).

O polietileno é obtido pela polimerização do monômero gasoso etileno em reator sob determinadas condições de temperatura e pressão. Possui uma das mais simples estruturas de todos os polímeros, podendo ser reproduzido através de vários processos que lhe conferem características próprias de densidade, peso molecular e distribuição de peso molecular; o que explica a sua grande variedade de processos de transformação e de aplicações (LONTRA, 2011).

De acordo Coutinho *et al.* (2003) o polietileno é um polímero parcialmente cristalino, flexível, que em temperaturas abaixo de 60 °C são parcialmente solúveis em todos os solventes. Entre tantos, dois fenômenos podem ser observados:

- Interação com solventes, sofrendo inchamento, dissolução parcial, aparecimento de cor ou, com o tempo, completa degradação do material;
- Interação com agentes tensoativos, resultando na redução da resistência mecânica do material por efeito de tenso-fissuramento superficial.

## 2.6 Blendas

O nome blenda vem do inglês “*blend*”, que significa mistura. De acordo com Miranda (2011) as blendas de amido termoplástico e polímeros sintéticos são estudados desde os anos de 1970, quando os polímeros biodegradáveis ganharam ênfase mediante as primeiras discussões referentes à poluição causada pelas embalagens plásticas, consideradas de difícil degradação.

Conforme Anielipiccoli (2011) os principais requisitos para o desenvolvimento de blendas são:

- Características químicas dos componentes da blenda;
- Condições de mistura: temperatura, taxa ou velocidade de processamento, razões de viscosidade;
- Composição.

## 2.7 Análise de Decomposição

Kellen (1983) *apud*. Dantas *et al.* (2000) apontam que a perda de massa, o exame visual da amostra, a alteração na estrutura química, ou ainda, o decaimento da resistência mecânica original são técnicas geralmente usadas para se avaliar a degradabilidade ou deterioração de materiais poliméricos, celulósicos ou metálicos.

A degradação dos materiais ocorre em função de uma complexa combinação de fatores, tais como, temperatura, pH do meio, teor de umidade, luminosidade e pressão atmosférica (MAGALHÃES, 2001).

A degradação por radiação ultravioleta em polímeros consiste da quebra da cadeia polimérica acompanhada pela oxidação. Isto leva a perda de resistência mecânica e deterioração da superfície aparente do plástico. A adição de pigmentos opacos pode ser uma barreira ao efeito da radiação e poderá concentrar este efeito de degradação às camadas mais extremas da superfície, protegendo o material internamente (DANTAS, 2000).

## 3 | METODOLOGIA

Para a fundamentação do presente projeto foi realizada uma investigação de literatura detalhada a respeito da mistura de polietileno com bioplástico a partir do amido, e os processos necessários para o embasamento teórico científico.

A parte experimental foi realizada partindo de coleta de dados na literatura, do processamento do produto final a partir das matérias primas adquiridas e, finalmente, foi realizado testes laboratoriais para posterior análise.

A fim de obter o amido termoplástico (Figura 2), foi realizado o processo de modificação do amido natural, através da adição de glicerina via extrusão, que

possibilita a modificação das propriedades mecânicas aumentando a resistência.

Adquirido o amido termoplástico, e sequenciando o trabalho, o mesmo foi inserido em um misturador com o polietileno (Figura 3) para obter as blendas plásticas com a finalidade de realizar testes.



FIGURA 2 - Amido termoplástico via extrusão.

Fonte: elaborada pelo autor.

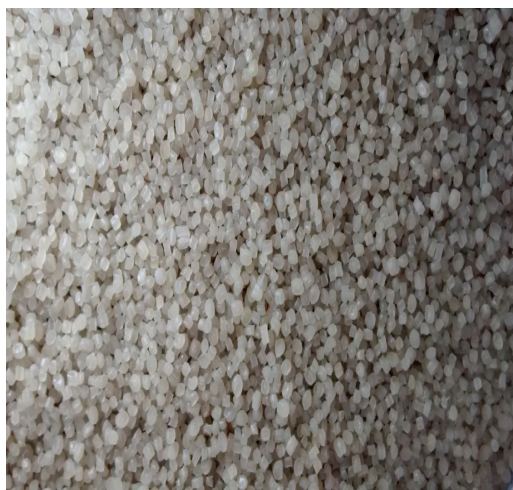


FIGURA 3 - Polietileno.

Fonte: elaborada pelo autor.

Foram utilizados 10% do termoplástico triturado para constituir a mistura. Dessa forma, foi realizada a mistura do polietileno e de amido termoplástico por meio de um misturador, a fim de proporcionar aos produtos uma mistura rápida, eficiente e precisa. Posteriormente, esse material foi extrusado por resistência elétrica para adquirir a forma de uma blenda plástica.

Para realizar a mistura, foi colocado o polietileno no misturador e adicionado em pequenas quantidades o amido termoplástico. Dando sequência na extrusão, o equipamento foi aquecido por cerca de 1 hora antes do início de processo até que estivesse no ponto ótimo de extrusar a mistura, aproximadamente 120 °C.

A Figura 4 apresenta a extrusora para processamento de plástico de rosca

simples, que é o equipamento semelhante ao utilizado no desenvolvimento do projeto.



FIGURA 4 - Extrusora de 60 mm rosca simples.

Após o processamento da amostra, da mistura de amido termoplástico e polietileno, foi avaliada a sua qualidade para comparação com o polietileno industrial, com a finalidade de garantir que o produto obtido mantenha as mesmas características e propriedades indispensáveis de um polietileno.

Para realização dos testes de qualidade foi considerada a degradação dos filmes diante das variáveis reais do clima, como temperatura, umidade relativa do ar, precipitações pluviométricas, insolação e radiação ultravioleta.

Além dos testes de qualidade em relação à análise de biodegradação, realizaram-se testes de tração, compressão e elasticidade.

Os copos de provas foram enterrados a fim de analisar com precisão o período de degradação deste material.

Obtido o produto ideal, nosso objetivo é empregar as blendas produzidas como aditivo nas indústrias para incorporar ao plástico convencional.

A nossa perspectiva é, em uma tonelada de polietileno industrial, utilizar 0,1% da blenda produzida, sendo suficiente para modificar a estrutura química do polietileno produzido nas empresas, para diminuir o tempo de degradação sem influenciar suas características físicas indispensáveis ao polietileno.

Os experimentos foram realizados nos laboratórios de Química e Física Aplicada da UNESPAR e a extrusora foi cedida por um empresário local que a disponibilizou para finalizar nosso projeto de pesquisa.

#### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o processamento do termoplástico foi observado que as blendas apresentaram um fluxo contínuo ao longo de toda extrusora.

A mistura processada (blendas) foi parcialmente recolhida na forma de cordão, conforme Figura 5:

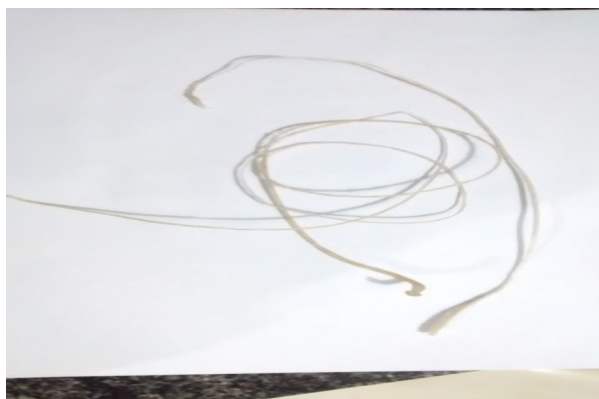


FIGURA 5 - Blendas de amido termoplástico e polietileno via extrusão.

Fonte: elaborada pelo autor.

Foi realizado um exame físico das amostras processadas, considerando o aspecto do material obtido após o processo de mistura e também após o processo de extrusão.

Quanto a mistura, foi realizada com sucesso pela sua homogeneidade, sem fraturas, com grande poder de flexibilidade e elasticidade, provando que essa etapa foi obtida com êxito.

As amostras obtidas após o processo de extrusão se mostram perfeitamente viáveis, pois não apresentaram sinais de degradação térmica e não houve alterações na coloração, constatando que a blenda plástica foi obtida com êxito.

Também foi possível analisar que a blenda se fundiu bem, provando que a rede de amido se implantou no polímero de polieteno.

Com o objetivo de comprovar a desestruturação do amido, a blenda foi mantida imersa em água, isso para comprovar que o produto manteve as características indispensáveis do polietileno. A mesma não apresentou nenhuma modificação estrutural.

Com essas análises as blendas produzidas apresentaram características plásticas ideais para serem incorporadas em polietileno, produzido pelas empresas do ramo, garantindo a total diluição em uma nova extrusão, sem dificultar os processos a que serão submetidas nas empresas, além de trazer inúmeros benefícios ambientais, sociais e econômicos.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo de substituir o plástico convencional por um material biodegradável neste trabalho foram preparadas blendas de amido termoplástico modificado por glicerina, seguido da mistura de polietileno de baixa densidade e, sob novo processamento obteve-se as blendas, via extrusão reativa, as quais foram caracterizadas por ensaios mecânicos, absorção de umidade, análise termodinâmica



e visual.

A extrusão das blendas foi considerada satisfatória. Amostras de amido termoplástico com polietileno processadas se mostraram com qualidade quanto à homogeneidade, flexibilidade e aparência, em relação ao polietileno, as blendas obtidas mantiveram as características e propriedades indispensáveis de um polietileno.

Até o momento o teste de degradação não foi possível analisar, pois o produto está enterrado, e encontra sem deterioração visual.

Apartir das blendas produzidas, com características plásticas ideais a incorporação ao polietileno produzido nas empresas, temos a perspectiva de serem empregadas nas indústrias de plástico, para isso temos que vencer a dificuldade que a vigilância sanitária nos impõe para a obtenção do polietileno.

O resultado esperado é um polietileno aditivado à base de amido termoplástico com capacidade de permeabilização e estabilidade garantida, com vantagens da matéria prima ser de baixo custo e abundante, a técnica de fabricação ser simples e a composição totalmente biodegradável. Auxiliando na preservação do meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ANIELIPICCOLI. **Blendas poliméricas**, 2011. Disponível em: <<http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Blendas-Polim%C3%A9ricas/61522.html>>. Acesso em: 13 de março de 2015.

AOYAMA, K. **Estudo de mercado: Bioplástico**. Embaixada do Brasil em Tóquio. Tóquio: SECOM – Setor de Promoção Comercial, 2007, p. 1.

CANGEMI, J. M.; SANTOS, A. M.; CLARO NETO, S. **Biodegradação: Uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes dos resíduos plásticos**. Química nova na escola. China: 43<sup>a</sup> Assembleia Geral da IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada), 2005, p. 17-19.

CERADA, M. P.; VILPOUX, O.; DEMIATE, I. M. **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas**. Volume 3. In: Amidos Modificados – Capítulo 12, p. 246-249.

CORRADINI, E. *et al.* **Amido Termoplástico**. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2007, p. 9-14

COUTINHO, F. M. B.; MELLO, I. L.; LUIZ C. S. M. **Polietileno: Principais Tipos, Propriedades e Aplicações**. Rio de Janeiro: Instituto de Química – UERJ, 2003, p. 1-13.

DANTAS, M. L. S.; PARRA, R.; NEVES, J. M. **Degradação de embalagens compostas em intempéries e radiação ultravioleta**. CIADICYP - Congresso Iberoamericano de investigación em celulosa y papel. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo, 2000.

FRAGMAQ. **Benefícios de embalagens e plásticos biodegradáveis**, 2013. Disponível em: <<http://www.pensamentoverde.com.br/produtos/beneficios-de-embalagens-e-plasticos-biodegradaveis/>>. Acesso em: 08 de agosto de 2015.

GOMES, R. O. **Caracterização de propriedades mecânicas de plásticos biodegradáveis à base de amido**. Projeto de Graduação. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica, 2014.

- LONTRA, B. G. F. **Reciclagem mecânica de polietileno de alta densidade obtido a partir de sacolas plásticas**. Graduação - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Escola Politécnica, 201, p. 14.
- LORA, E. **Prevenção e controle da poluição no setor energético industrial e transporte**. 2<sup>a</sup> edição. Brasília: Interciência, 2000.
- MAGALHÃES, A. M. **Tempo de degradação de materiais descartados no meio ambiente**. Jornal do centro brasileiro para conservação da natureza - nº37. Viçosa/MG:Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- MIGUEL, O. D. **Blendas de amido termoplástico e polietileno grafitizado (enxertado)**. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais e Área de Concentração em Desenvolvimento, Caracterização e Aplicação de Materiais). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2014.
- MIRANDA, V. A. R. **Blendas de polietileno e amido termoplástico modificado**. 2011.103 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais). Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2011, p. 31-40.
- OLIVEIRA, C. I. **Plástico biodegradável**, 2010. Disponível em: <<http://profcarlaquimica.blogspot.com.br/2010/09/plastico-biodegradavel-o-lixo-urbano-e.html>>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2015.
- PIATTI, T. M. *et al.* **Plásticos: características, usos, produção e impactos ambientais**. Série: Conversando sobre Ciências em Alagoas. Maceió, 2005. 51p.
- RAMALHO, M. **Plásticos biodegradáveis proveniente da cana de açúcar: Polímeros biodegradáveis**. São Paulo: Centro Paula Souza, 2009, p. 33.
- RÓZ, A. L. O Futuro dos Plásticos: Biodegradáveis e Fotodegradáveis. In: **Polímeros - Ciência e Tecnologia**, nº 4, vol 13. São Carlos: Instituto de Química de São Carlos – USP, 2003, p. 1-2.
- SANTOS, T. P. R. **Produção de amido modificado de mandioca com propriedade de expansão**. 2012. 96 f. Mestrado - Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Universidade Estadual Paulista. Botucatu/SP, 2012.
- SILVA, M. L. V. J. **Tecnologia para produção de superfícies hidrofóbicas e filmes de amido de milho termoplástico por plasma**. Rio de Janeiro: Escola politécnica - UFRJ, 2010, 73 p.

## INIBIÇÃO DO ESCURECIMENTO ENZIMÁTICO DO NÉCTAR DE MAÇÃ EM PRESENÇA DE $\beta$ -CICLODEXTRINA

### **Aline Takaoka Alves Baptista**

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Química, Maringá – PR.

### **Amauri Henrique de Carvalho Junior**

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Química, Maringá – PR.

### **Daniel Mantovani**

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Química, Maringá – PR.

### **Renan Araújo de Azevedo**

Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR.

### **Rita de Cássia Bergamasco**

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia de Alimentos, Maringá – PR.

**RESUMO:** As reações de escurecimento enzimático são um dos mais importantes fenômenos que ocorrem durante o processamento e armazenamento de alimentos. O método mais comum para controle do escurecimento enzimático é o tratamento térmico combinado com agentes químicos, dentre eles o sulfito, contudo este composto está associado com reações alérgicas em certas populações. Assim, tem-se aumentado o interesse por compostos naturais que auxiliem na redução deste processo de escurecimento sendo as ciclodextrinas estudadas como uma alternativa para este problema. As ciclodextrinas possuem uma cavidade hidrofóbica e são

capazes de formar complexos de inclusão com várias moléculas, inclusive os precursores do escurecimento nos alimentos. Neste trabalho, um néctar de maçã foi elaborado com a adição de  $\beta$ -ciclodextrina a fim de verificar seu potencial como agente inibidor do escurecimento dos néctares. Os resultados de colorimetria e análise sensorial demonstraram o uso efetivo da  $\beta$ -ciclodextrina na concentração de 8,8 mM, no controle de escurecimento enzimático durante a elaboração de néctar de maçã, sem afetar o sabor e a boa aceitação do consumidor. **PALAVRAS-CHAVE:**  $\beta$ -ciclodextrina; escurecimento enzimático; néctar de maçã.

**ABSTRACT:** Enzymatic browning reactions are one of the most important phenomena that occur during food processing and storage. The most common method for controlling enzymatic browning is the thermal treatment combined with chemical agents, including sulfite, however this compound is associated with allergic reactions in certain populations. Thus, the interest has been increased by natural compounds that aid in the reduction of this dimming process being the cyclodextrins studied as an alternative to this problem. Cyclodextrins have a hydrophobic cavity and are capable of forming inclusion complexes with various molecules, including the precursors of browning in foods. In this work, an apple nectar was elaborated with

the addition of  $\beta$ -cyclodextrin in order to verify its potential as a darkening inhibiting agent of the nectars. The results of colorimetry and sensorial analysis demonstrated the effective use of  $\beta$ -cyclodextrin in the concentration of 8.8 mM in the control of enzymatic darkening during the preparation of apple nectar, without affecting the taste and the good acceptance of the consumer.

**KEYWORDS:**  $\beta$ -cyclodextrin; enzymatic browning; apple nectar.

## 1 | INTRODUÇÃO

O mercado de sucos de fruta tem crescido substancialmente nos últimos anos sendo a tendência para uma alimentação mais saudável e natural a principal razão para este crescimento. Como parte desta tendência, as indústrias têm mostrado interesse crescente na comercialização de sucos com características sensoriais similares ao fresco.

No processo do suco, quando a fruta é descascada, cortada em fatias e esmagada, o produto resultante geralmente sofre reações de escurecimento catalisadas por enzimas, denominadas polifenoloxidase (PPO). Estas enzimas utilizam o oxigênio molecular na catálise de o-hidroxilação de monofenol para o-difenóis (atividade da monofenolase) e, posteriormente, a oxidação do difenol (atividade de difenolase) em o-quinona. As o-quinonas se polimerizam e/ou reagem com aminoácidos endógenos e proteínas formando pigmentos marrons complexos denominados melaninas. Estes compostos influenciam negativamente nas propriedades organolépticas e nutricionais, e subsequentemente na comercialização de sucos de frutas frescas (ÖZOGLU & BAYMDIRH, 2002).

As reações de escurecimento de alimentos estão entre as mais importantes alterações que sofrem os alimentos, seja na forma in natura ou durante a cadeia de processamento e armazenamento (HAMINIUK et al., 2005). É considerado um problema que diminui a qualidade das frutas e suas características nutricionais. As reações oxidativas deste processo, independentemente de sua causa (amassamento, corte, descascamento, fermento e ação de microrganismo, etc), envolvem o contato entre as enzimas oxidativas e vários compostos fenólicos. (CARNEIRO et al., 2006).

O método mais comum para controlar o escurecimento enzimático é o tratamento térmico combinado com agentes químicos, dentre eles o sulfito. Porém, este composto está associado a reações alérgicas em certas populações (DÁVILA et al., 2007). Os tratamentos térmicos comercialmente usados nas indústrias de sucos são pouco efetivos para uma inativação irreversível, além de produzirem alterações indesejáveis na qualidade do produto, tais como perda de cor e *flavor*, e reduzir a qualidade nutricional do suco (VALDERRAMA et al., 2001; VALAPPIL et al., 2009).

O principal objetivo da indústria alimentícia é desenvolver novos aditivos para melhorar a cor e o *flavor* dos alimentos. Neste ponto, há um grande interesse por aditivos naturais que melhoram as propriedades sensoriais dos alimentos, e entre

eles o mais promissor são as ciclodextrinas (CDs). As ciclodextrinas (CDs) são uma série de oligossacarídeos cíclicos formados pela ação da enzima ciclodextrina-glicosiltransferase (CGTase) sobre o amido. A cavidade hidrofóbica das CDs é capaz de formar complexos de inclusão com uma ampla faixa de moléculas hóspede orgânicas relacionadas com as propriedades sensoriais dos produtos alimentícios, inclusive os precursores do escurecimento em alimentos, que são encapsulados pelas CDs. (LÓPEZ-NICOLÁS et al., 2009).

Em face ao exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adição de  $\beta$ -ciclodextrina no controle do escurecimento enzimático do néctar de maçã processado termicamente.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Preparo do néctar de maçã

O preparo do néctar de maçã envolve três etapas de fabricação, sendo elas o preparo da calda, processamento do suco de maçã, e por fim o preparo do néctar de maçã propriamente dito.

Primeiramente fez-se a calda através da dissolução do açúcar cristal em água quente nas proporções adequadas para que a mesma ficasse com 18°Brix ao final do processamento. Após preparada a calda, as maçãs da variedade Fuji foram processadas a fim de se obter o suco puro e filtrado da maçã. Para o preparo do néctar, a calda pronta foi adicionada ao suco de maçã de maneira que se obtivesse uma proporção de 40% extrato de maçã e 60% de calda, correspondendo à formulação controle designada como C, sem a adição de antioxidantes. Para as formulações AA e CD o mesmo procedimento descrito anteriormente foi realizado com a diferença que, ao final do processo descrito acima, adicionou-se ácido ascórbico e  $\beta$ -ciclodextrina ( $\beta$ -CD), ambos em concentrações de 8,8 mM, respectivamente.

Os néctares preparados foram devidamente acondicionados em garrafas de vidro esterilizadas com tampas e imediatamente levadas a um tratamento térmico por um período de 15 minutos, a 80°C, em um banho termostatizado. Ao final do tratamento térmico, aguardaram-se as amostras atingirem a temperatura ambiente para que fossem armazenadas sob refrigeração até a realização da análise sensorial.

### 2.2 Colorimetria

Os néctares de maçã produzidos foram analisados em um colorímetro Chroma Meter CR-410 Konica Minolta, previamente calibrado pelo sistema CIE ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ). O colorímetro emite um feixe de luz sobre a amostra, o qual se decompõe em três partes distintas, que se dirigem cada uma a um fotossensor acoplado a um filtro óptico específico. O parâmetro  $L^*$  indica o fator brilho, seu valor é um indicador útil de

escurecimento durante o armazenamento, resultante de reações de escurecimento oxidativa ou do aumento da concentração de pigmentos. O valor  $a^*$  indica a intensidade de vermelho ( $+a^*$ ) ao verde ( $-a^*$ ); e o valor  $b^*$ , a intensidade de amarelo ( $+b^*$ ) ao azul ( $-b^*$ ).

## 2.3 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada com 28 provadores não treinados, sendo servido a cada um deles, três amostras de néctar de maçã com, aproximadamente, 15 mL cada, correspondentes as formulações C, AA e CD, após 24 horas de sua fabricação. As amostras foram apresentadas aos provadores em copos descartáveis codificados com um número de três dígitos e devidamente aleatorizadas a fim de se minimizar possíveis erros na análise.

As três formulações foram avaliadas sensorialmente utilizando o teste de escala hedônica para verificar o nível de aceitação das mesmas. Através deste teste os provadores expressaram o grau de gostar ou de desgostar do produto em relação ao quesito aroma, cor e sabor, fazendo o uso de uma escala mista de nove pontos, sendo 1 para “desgostei muitíssimo” e 9 para “gostei muitíssimo”. Os dados obtidos foram analisados por meio da análise de variância (ANOVA) com nível de 5% de significância, fazendo o uso do programa Microsoft Office Excel 2007.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Colorimetria

Os dados referentes a colorimetria das formulações de néctar controle (C), com ácido ascórbico (AA) e  $\beta$ -ciclodextrina (CD) são expressos na Tabela 1.

Formulações	$a^*$	$b^*$	$L^*$
C	3,90	6,86	26,74
AA	1,15	8,47	34,18
CD	1,85	9,51	30,15

**Tabela 1:** Dados referentes à análise de cor nas amostras de néctar de maçã.

Para a estimativa de escurecimento, o valor  $L^*$  tem sido considerado como o melhor parâmetro de cor. Este fator indica luminosidade da amostra, portanto, quanto maior seu valor, mais clara é a mesma. Como observado na Tabela 1, a amostra contendo ácido ascórbico foi mais efetiva na prevenção do escurecimento do néctar de maçã, quando comparada com a amostra contendo  $\beta$ -CD e a amostra controle. Porém, a  $\beta$ -CD também apresentou bons resultados na redução do escurecimento do néctar de maçã, com uma estimativa de inibição 12,75%, quando comparado ao



controle.

A coordenada  $a^*$ , que indica a variação de verde ( $-a^*$ ) a vermelho ( $+a^*$ ), é um parâmetro importante para o estudo de escurecimento, pois a cor marrom resultante da presença de melaninas representa uma combinação do verde e vermelho. Um maior escurecimento é representado por um tom mais avermelhado, ou seja, maior valor de  $a^*$ . Os tratamentos foram satisfatórios nesse aspecto, pois reduziram o valor de  $a^*$  quando comparado com o tratamento controle. Quanto a coordenada  $b^*$ , relacionada ao eixo que varia de azul ( $-b^*$ ) a amarelo ( $+b^*$ ), não houve grandes variações entre os tratamentos, situando-se na faixa positiva e tendendo para o amarelo, cor característica da maçã.

### 3.2 Análise sensorial

A média das notas atribuídas pelos provadores no quesito aroma, cor e sabor para as diferentes formulações são apresentadas na Tabela 2.

Parâmetros	Controle (C)	Ácido ascórbico (AA)	$\beta$ -ciclodextrina (CD)
Aroma	7,11 <sup>a</sup>	6,18 <sup>a</sup>	6,64 <sup>a</sup>
Cor	5,46 <sup>a</sup>	6,18 <sup>a</sup>	6,75 <sup>a</sup>
Sabor	7,14 <sup>a</sup>	6,68 <sup>a</sup>	6,61 <sup>a</sup>

**Tabela 2:** Médias das notas das diferentes formulações.

Letras iguais em uma mesma linha não apresentam diferença significativa ao nível de 5%.

Ao analisar a Tabela 2, tem-se que para o quesito cor a formulação CD obteve maior média em comparação às demais seguida das formulações AA e C, esta última obteve menor média de nota devido ao fato da mesma não conter antioxidante em sua composição e por este motivo apresentou coloração muito escura se comparada às demais formulações. Comentários como “coloração muito escura” e “cor desagradável” a respeito do néctar de formulação C foram feitos pelos provadores justificando assim as notas mais baixas dadas a esta formulação no quesito cor na análise sensorial. Com relação às formulações AA e CD as mesmas obtiveram médias de notas mais próximas neste quesito, não apresentando comentários nas fichas de sensorial para este parâmetro.

Observou-se também que uma maior intensidade de cor está relacionada com o escurecimento. O néctar de cor mais escura (menor nota) teve mais intensidade de odor. Este fato também foi observado por LÓPEZ-NICOLÁS *et al.* (2009) quando avaliaram o efeito da adição de  $\alpha$ -ciclodextrina na qualidade sensorial, compostos voláteis e parâmetros de cor do suco de pêra fresco.

Nos quesitos sabor e aroma, a formulação CD obteve médias inferiores se comparadas à formulação C. Este fato pode ser justificado por meio de dados

apresentados na literatura (ÖZÖGLU *et al.*, 2002), em que a utilização de  $\beta$ -ciclodextrina em concentrações maiores que 1,8mM podem acarretar em redução no *flavor* do néctar, devido a reação de complexação da ciclodextrina com compostos aromáticos do néctar. Levando-se em consideração que o *flavor* corresponde a uma sensação fisiológica da interação do paladar e olfato, o exposto anterior pode ter exercido influência na percepção dos provadores resultando em menores notas de aceitação para sabor e aroma da formulação com ciclodextrina (CD) comparada à com ácido ascórbico (C). Ainda sobre a formulação CD, comentários como “muito doce” foram atribuídos à amostra contendo  $\beta$ -CD. De acordo com SZEJTLI (1988), uma solução de 2,5%  $\beta$ -CD é tão doce quanto uma solução de 1,7% de sacarose, explicando assim o comportamento observado anteriormente.

De maneira geral, com relação a todos os parâmetros avaliados as notas oscilaram entre 5 e 7 representado na escala usada na sensorial como “nem gostei/nem desgostei” e “gostei moderadamente”. E por meio do teste ANOVA não foi detectado diferença significativa nos quesitos aroma, cor e sabor ao nível de 5% de significância entre as três diferentes formulações de néctar de maçã. Desta maneira pode-se verificar que a utilização de  $\beta$ -ciclodextrina em néctares de maçã não resultou em diferença significativa de aceitação destes quesitos se comparados as formulações sem antioxidantes e com presença de ácido ascórbico.

## 4 | CONCLUSÃO

A  $\beta$ -CD pode ser usada de modo efetivo no controle do escurecimento enzimático durante a elaboração do néctar de maçã baseados nos resultados encontrados neste trabalho. Sua adição ao néctar não resultou em nenhuma característica negativa ao produto e, além disso, auxiliou na manutenção da cor do néctar devido à sua propriedade de complexação dos precursores responsáveis pelo escurecimento enzimático do néctar de maçã.

## 5 | REFERÊNCIAS

BARBOZA, L. M. V.; FREITAS, R. J. S.; WASZCZYNSKYJ, N. **Desenvolvimento de Produtos e Análise Sensorial**. Brasil alimentos - nº 18 - Janeiro/Fevereiro de 2003.

BERGAMASCO, R. C. **Complexação de Sulfluramida em Ciclodextrinas**. Tese de Mestrado, Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2003. 74 p.

CARNEIRO, A. A. J.; ALVES-PRADO, H. F.; GOMES, E.; DA SILVA, R. **Escurecimento enzimático em alimentos: ciclodextrinas como agente antiescurecimento**. Alimentos e Nutrição., Araraquara, v. 17, n. 3, p. 345-352, jul/set. 2006.

DÁVILA, M. R.; GÓMEZ, F. V.; NAVARRO, C. A.; LAZCANO, H. M.; ÁVILA, S-S. R.; GONZÁLES, S. F. **Evaluación de  $\alpha$ -ciclodextrina como controlador del oscurecimiento enzimático em pêra**

**D'Anjou (*Pyrus communis* var. D'Anjou) durante la elaboración de néctar.** Industria Alimentaria, p. 21-24, 2007.

HAMINIUK, C. W. I.; OLIVEIRA, C. R. G.; BAGGIO, É. C. R.; MASSONI, M. L. **Efeito de Pré-Tratamentos no Escurecimento das Cultivares de Maçã Fuji e Gala após o Congelamento.** Revista Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1029-1033, 2005.

HICKS, K. B. et al. **Inhibition of enzymatic browning in fresh fruit and vegetable juices by soluble and insoluble forms of  $\beta$ -cyclodextrin alone or in combination with phosphates.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 44, p. 2591-2594, 1996.

LÓPEZ-NICOLÁS, J. M.; NÚÑEZ-DELICADO, E.; SÁNCHEZ-FERRER, A.; GARCIA-CARMONA F. **Kinetic modelo f apple juice enzymatic browing in the presence of cyclodextrins: the use of maltosyl- $\beta$ -cyclodextrin as secondary antioxidant.** Food Chemistry, 101, p. 1164-1171, 2007.

ÖZOGLU, H.; BAYMDIRH, A. **Inhibition of enzymatic browning in cloudy apple juice with selected antibrowning agents.** Food Control, v. 13, p. 213-221, 2002.

RODAS, M. A. de B.; TORRE, J. C. de M. D.. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos** - 4ª Edição, 2003.

SINGH, M.; SHARMA, R.; BANERJEE, U. C. **Biotechnological applications of cyclodextrins: research review paper.** Biotechnology Advances, 20, p. 341-359, 2002.

SZEJTLI, J. **Cyclodextrin Technology.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 1-185, 1988.

VALAPPIL, Z., Fan, X., Zhang, H., & Rouseff, R. **Impact of thermal and nonthermal processing technologies on unfermented apple cider aroma volatiles.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, n. 57, p.,924–929, 2009.

VALDERRAMA, P., MARANGONI, F., CLEMENTE, E. **Efeito do tratamento térmico sobre a atividade de peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) em maçã (*Mallus comunis*).** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Maringá, v. 21, n. 3, p. 257-342, 2001.

## OBTAINING BIOCATALYSTS BY CELL PERMEABILIZATION OF *SACCHAROMYCES FRAGILIS* IZ 275 WITH LACTOSE HYDROLYSIS CAPACITY

**Luiz Rodrigo Ito Morioka**

Universidade Pitágoras Unopar  
Londrina – PR

**Geyci de Oliveira Colognesi**

Universidade Pitágoras Unopar  
Londrina – PR

**Hélio Hiroshi Suguimoto**

Universidade Pitágoras Unopar  
Londrina – PR

**RESUMO:** Permeabilização foi usada para transformar células de microrganismos em biocatalisadores com alta atividade enzimática. As células de levedura de *Saccharomyces fragilis* IZ 275 foram permeabilizadas com etanol, como agente permeabilizante. Alta atividade foi observada em células permeabilizadas comparadas com células não permeabilizadas, que apresentou nenhuma atividade enzimática. O Delineamento Box-Behnken (DBB) com três variáveis em três níveis compreendendo 15 corridas foi utilizado para desenvolver o modelo estatístico de segunda ordem para a otimização das condições da permeabilização celular para uma alta atividade da beta-galactosidase. A metodologia de superfície de resposta foi utilizada para modelar o efeito da concentração de etanol, temperatura e tempo de tratamento. As condições de operação ótimas foram observadas em 35 % de concentração de etanol,

temperatura de 15 °C e tempo de tratamento de 20 minutos. Um valor máximo da atividade da beta-galactosidase foi de 10.59  $\mu\text{mol ONPG} \cdot \text{min}^{-1}$  que foi 100 % superior à atividade catalítica das leveduras não permeabilizadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** agente permeabilizante, beta-galactosidase, biotecnologia microbiana, condições ótimas

**ABSTRACT:** Permeabilization was used to transform cells of microorganisms into biocatalysts with an enhanced enzyme activity. Yeast cells of *Saccharomyces fragilis* IZ 275 were permeabilized with ethanol, as permeabilizing agent. A high degree of activity was observed in permeabilized cells comparing with not permeabilized cells, which showed no enzymatic activity. A three-variable, three level Box-Behnken Design (BBD) comprising 15 experimental runs was used to develop a second degree statistical model for the optimization of the cells permeabilization conditions for high activity beta-galactosidase. Response surface methodology was used to model the effect of concentration of ethanol, temperature and treatment time. The optimum operating conditions were observed at 35 % concentration of ethanol, temperature of 15 °C and treatment time of 20 minutes. A maximum value of beta-galactosidase activity was 10.59  $\mu\text{mol ONPG} \cdot \text{min}^{-1}$  and was ca. 100 % higher than the catalytic

activity of yeast not permeabilized.

**KEYWORDS:** permeabilizing agent, beta-galactosidase, microbial biotechnology, optimal conditions

## 1 | INTRODUCTION

*Saccharomyces fragilis* is described as a homothallic, hemiascomycetous yeast and production of several enzymes among them beta-galactosidase (Llorente et al., 2000; Dagbagli & Goksungur 2008). The major common feature of *S. fragilis* is the capacity to assimilate lactose and to use this sugar as a carbon source. The long history of safe association with food products helped *S. fragilis* achieve GRAS (Generally Regarded As Safe). This designation means that there are few restrictions on application and largely enhances their potential in the biotechnology sector (Fukuhara 2006; Schaffrath & Breunig 2000). *S. fragilis*, has been more widely adopted by industry, mainly because it possesses traits that are desirable for biotechnology applications. These include the capacity to assimilate key sugars, namely lactose in an extremely rapid growth rate (Fonseca et al., 2008).

The enzyme beta-galactosidase is one among other enzymes with industrial potential used in the hydrolysis of lactose in milk and cheese whey, generating food with low levels of lactose, whose result is a better solubility and digestibility of milk and dairy products, making them ideal for consumers intolerant to this sugar (Husain 2010). To detect enzyme activity, ONPG (o-nitrophenyl- $\beta$ -D-galactopyranoside) has been used, which in turn has the disadvantage of being unable to enter into intact cells. Therefore, the cells have to be permeabilized before determination of enzyme activity (Kippert 1995).

When it is obtained from the *Saccharomyces fragilis*, beta-galactosidase is an intracellular enzyme and it is necessary the use of techniques to obtain it (Coelho, et al., 2008; Panesar et al., 2007).

Cell permeabilization techniques are often useful for many applications relating to enzyme technology. For example, permeabilization procedures are usually rapid and do not destroy cellular enzymes. Thus, the total amount of an enzyme associated with a cell can be assayed after permeabilization. A number of permeabilization methods for yeast have been developed, such as use of detergents, organic solvents, and desiccation (Becker, et al., 1996). Cell permeabilization is influenced by several operating conditions that need to be optimized. However, the traditional optimization method in which the level of one parameter is varied at a time over a certain range, while keeping the other variables constant, is generally time consuming, requiring a large number of tests (Sen & Swaminathan, 1997), and does not reflect the interaction effects among the variables and, consequently, does not depict the net effect of the various factors on the enzyme activity (Dagbagli & Goksungur, 2008). These drawbacks can be

overcome by using statistical experimental factorial designs, and the experimental data of responses are usually fitted to second order polynomial functions by the response surface methodology (RSM).

Therefore, in this work a Box-Behnken Design combined with response surface methodology was used to identify the optimal operating conditions to permeabilize *S. fragilis* IZ 275 cells using ethanol as a solvent and varying its concentration, temperature and permeabilization time as the independent variables.

## 2 | MATERIALS AND METHODS

### 2.1. Microorganism Maintenance and Inoculum

*Saccharomyces fragilis* IZ 275 from the Dairy Science and Technology, Graduation and Research Center, University Pythagoras Unopar was used in this study. The stock culture was maintained at - 20 °C on Potato Dextrose Agar (PDA), pH 5.5, at 30 °C for 10 days. For the inoculum, cells were transferred and grown at 35 °C, pH 5.5 for 24 h on malt extract (15 g.L<sup>-1</sup>).

### 2.2. Enzyme Extract

*Saccharomyces fragilis* IZ 275 was used as inoculum for beta-galactosidase production using cheese whey based media. Cheese whey obtained from a local dairy cooperative was deproteinized by heating at 90 °C (pH 4.6) for 30 minutes. Then it was filtered through Whatman n° 1 filter paper to remove coagulated protein and adjusted to pH 5.0. It was then pasteurized under 65 °C for 30 minutes. The pasteurized cheese whey was inoculated with 10% inoculum (at Optical Density, OD<sub>670nm</sub> = 0.6) of *Saccharomyces fragilis* IZ 275 strain and incubated at 35 °C, 150 rpm for 24 hours. At the end of the fermentation, cells were harvested by centrifugation at 5000 rpm for 20 minutes. The pellets were washed twice with 0.1 M phosphate buffer (pH 6.8) solution and stored in 0.1 M phosphate buffer. Since beta-galactosidase from *S. fragilis* IZ 275 is an intracellular enzyme, the cells were permeabilized with ethanol according to the experimental design (Table 1). Then the permeabilized cells represented the enzyme extract.

### 2.3. Cell permeabilization

Cells were collected by centrifugation (5000 rpm for 5 min at 5 °C) and washed twice with distilled water. Cell permeabilization was performed in 50 mL Erlenmeyer flasks each containing 5 mL of the reacting suspension consisting of ethanol according to the experimental design (Table 1), fresh biomass of *S. fragilis* IZ 275 contained in 5 mL and completed with 0.1 M potassium phosphate buffer (pH 6.8). Flasks were incubated on an orbital shaker at 150 rpm at a temperature and for a time depending on the above



design. The cells were harvested by centrifugation at 5000 rpm, 10 minutes and washed twice with the buffer for further analysis. The final pellet was resuspended in 1 mL of buffer, and the enzyme activity of permeabilized cells determined as described later.

## 2.4. Beta-galactosidase activity

For *S. fragilis* IZ 275, beta-galactosidase activity of permeabilized yeast cells was determined using the chromogenic substrate ONPG (o-nitrophenyl- $\beta$ -galactopyranoside), as previously described by Inchaurredo, Yautorno & Voget (1994). A 50  $\mu$ L sample of permeabilized cell suspension was mixed with 2 mL of 1.25 mM ONPG in buffer and incubated for 5 min at 37 °C. The reaction was discontinued by adding 0.5 mL of 1 M sodium carbonate. Enzymatic activity was measured spectrophotometrically at 420 nm. One unit of beta-galactosidase activity is defined as the hydrolysis of 1  $\mu$ mol ONPG per minute under the conditions of the assay. All activity tests were performed in triplicate and expressed as mean values.

## 2.5. Experimental design

The permeabilization of *S. fragilis* IZ 275 cells for high activity of beta-galactosidase was verified using a factorial design and analysis by the response surface method. Controlled conditions for ethanol concentration, temperature and incubation time were tested according to 3-factor 3-level (-1; 0; +1) Box-Behnken Design (Montgomery, 2005) with three replicates at the central point summarizing 15 experimental runs (Table 1). The model generated by the software, based on the experimental runs, can give a robust prediction of experiments performed only within the range of study. Based on this, preliminary experiments were performed to obtain an in-depth knowledge of the process, enabling the selection of the best range for developing a design and eventually arriving at the global optimum for high activity of beta-galactosidase through permeabilization of the *S. fragilis* IZ 275 cell wall by ethanol.

## 2.6. Storage stability

The ability of permeabilized cells (treated with ethanol) to retain beta-galactosidase activity during storage was studied. A suspension of 1 g of cells (wet wt.) in 20 ml potassium buffer (pH 7.0) was stored at 4 °C. At regular intervals a predetermined volume of suspension was separated by centrifugation and beta-galactosidase activity was determined in the separated cells.

# 3 | RESULTS AND DISCUSSION

The optimization of the cell permeabilization conditions was carried out to find the optimal values of independent variables (ethanol concentration, temperature and

treatment time), which would give maximum beta-galactosidase activity. Based on the Box-Benhken Design (BBD), the experimental levels of beta-galactosidase activity under each set of condition were determined and compared with the corresponding predicted levels suggested by the statistical program, Statistic 6.0 (Table 1). The maximum experimental value for beta-galactosidase activity was 10.59  $\mu\text{mol ONPG}\cdot\text{min}^{-1}$ , while the value of predicted response was 10.30  $\mu\text{mol ONPG}\cdot\text{min}^{-1}$ . Approximately 97 % of validity was achieved, indicating the model exerted an adequate prediction on the enzyme activity. The close correlation between the experimental and predicted data indicates the appropriateness of the experimental design. The maximum beta-galactosidase activity (10.59  $\mu\text{mol ONPG}\cdot\text{min}^{-1}$ ) was achieved in the following condition, ethanol concentration 35 % (v/v), temperature 15 °C and time 20 minutes (Table 1).

Standard Run	Variables			Response	
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	Beta-galactosidase Activity ( $\mu\text{mol ONPG}\cdot\text{min}^{-1}$ )	
				Experimental	Predictive
1	-1	-1	0	6,79	6,98
2	1	-1	0	10,59	10,30
3	-1	1	0	7,15	7,44
4	1	1	0	9,83	9,64
5	-1	0	-1	7,02	7,15
6	1	0	-1	9,74	10,35
7	-1	0	1	8,33	7,71
8	1	0	1	10,16	10,03
9	0	-1	-1	9,74	9,41
10	0	1	-1	9,21	8,79
11	0	-1	1	8,59	9,01
12	0	1	1	9,11	9,43
13	0	0	0	10,26	9,68
14	0	0	0	9,51	9,68
15	0	0	0	9,28	9,68

Levels	Coded value of variables		
	$X_1$	$X_2$	$X_3$
	Ethanol Concentration (%)	Temperature (°C)	Time (min)
- 1	29	15	15
0	32	20	20
1	35	25	25

**Table 1** - Beta-galactosidase activity of permeabilized *Saccharomyces fragilis* IZ 275 cells.

Based on the results for obtaining high activity of beta-galactosidase from permeabilized cells of *S. fragilllis* IZ 275, the effect of linear (L) terms of ethanol concentration was significant ( $p < 0.05$ ), indicating the establishment of the

concentration for the highest design limit (35 %). The linear (L) and quadratic (Q) terms of the temperature and time were not significant ( $p > 0.05$ ), indicating that established temperature and time for the lowest design limit, 15 °C and 15 minutes, respectively proved to be sufficient for the process.

The predicted levels of beta-galactosidase activity is shown in Table 1 along with experimental data. The significance of the variables for the beta-galactosidase activity was assessed by carrying out analysis of variance (ANOVA) with results shown in Tables 2 and 3.

The coefficient of determination  $R^2$  of the model was 0.89648 (Table 2), which indicated that the model adequately represented the real relationship between the variables under consideration. An  $R^2$  value of 0.89648 means that 89.6 % of the variability was explained by the model, which is acceptable for biological system and only 10.4 % was as a result of chance. The coefficient of variation (C.V.) obtained was 12.95 %. The Coefficient of Variation (C.V.) indicates the degree of precision with which the treatments were carried out. A low value of C.V. suggests a high reliability of the experiment (Mason *et al.*, 1989).

Source	Response value
R-squared	0.896
Adjusted R-squared	0.710
Standard deviation	1.209
C.V. %	12.95

**Table 2** - Statistical information for ANOVA.

Results obtained from ANOVA is presented in Table 3. Values of “Prob. > F” less than 0.05 indicate the model terms are significant. Values greater than 0.10 indicate the model terms are not significant. The “Lack of Fit” F-value of 2.02396 implies that there is insignificant lack of fit. The “Lack of Fit” (Prob > F) value of 0.347587 implies that there is only 34.75 % chance that the “Lack of Fit” F-value could occur due to noise.

Sources	Sum of squares	df	Mean squares	F value	p-value [Prob > F]
X <sub>1</sub> – Ethanol concentration	15.20761	1	15.20761	57.90435	0.016835*
X <sub>2</sub> – Temperature	0.02101	1	0.02101	0.08001	0.803876
X <sub>3</sub> - Time	0.02880	1	0.02880	0.10966	0.772010
X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	0.31360	1	0.31360	1.19406	0.388577
X <sub>1</sub> X <sub>3</sub>	0.19803	1	0.19803	0.75400	0.476757
X <sub>2</sub> X <sub>3</sub>	0.27562	1	0.27562	1.04947	0.413359
X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	1.92296	1	1.92296	7.32186	0.113744
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	0.51004	1	0.51004	1.94203	0.298112
X <sub>3</sub> <sup>2</sup>	0.08216	1	0.08216	0.31282	0.632231
Lack of Fit	1.59467	3	0.53156	2.02396	0.347587
Pure Error	0.52527	2	0.26263		
Total SS	20.47769	14			

**Table 3** - Analysis of variance (ANOVA) for quadratic model of beta-galactosidase activity of permeabilized *S. fragillis* IZ 275.

\* Significant

In order to optimize variables that influence beta-galactosidase activity from permeabilized cells of *S. fragillis* IZ 275, response surface plots were generated from the regression model. The three-dimensional response surfaces for beta-galactosidase activity: ethanol concentration, temperature and time were plotted (Figure 1).

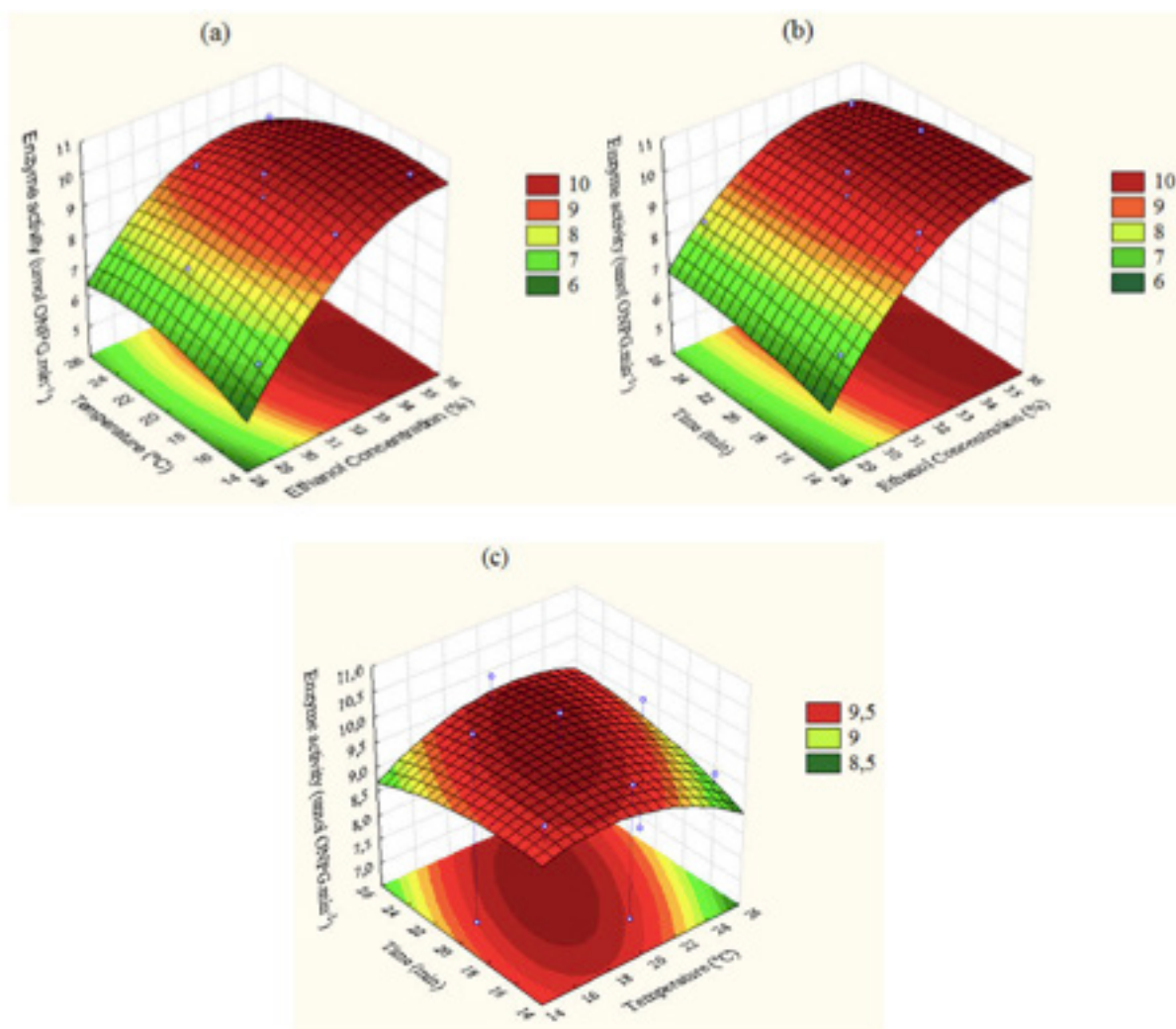
Figure 1a shows the effects of temperature and ethanol concentration on beta-galactosidase activity. Permeabilization with low concentration of ethanol and low temperature of process showed the lowest enzyme activity. The beta-galactosidase activity was higher in the temperature range of 15 – 25 °C and concentration of ethanol up to ca. 31 %. Panesar et al. (2007), showed that the optimum process conditions for cell permeabilization were 50 % (v/v) ethanol concentration, 25 °C temperature and treatment time of 15 min. Figure 1b depicts the response surface plot as a function of time versus ethanol concentration. Change of time does not significantly affect the curvature of the surface. From a graphical representation, there is a dependence of beta-galactosidase activity on the concentration of permeabilizing agent (ethanol 32 – 35 %). A maximum permeabilization of 2.816 mmol.L<sup>-1</sup> ONP.min<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup> was obtained by treating cells with 75 % (v/v) of ethanol at 20 °C for 15 min (De Faria et al., 2013). Figure 1c shows high permeabilization effectiveness within the range of time and temperature studied, while below and above these ranges, a significant decrease of activity can be noticed. This confirms that the range these variables were chosen properly and sufficient for the process.

In this study, it was also clear that the effect of ethanol concentration on beta-galactosidase activity was more important than the temperature and time. In a preliminary study by our group showed that within the tested time and temperature range at different concentrations of ethanol 50, 75 and 100 % there was a high activity

of beta-galactosidase with no significant difference.

Trawczyńska & Wójcik (2015) defined the optimum operating conditions for yeast cell permeabilization at 53 % of ethanol concentration, temperature of 14.8 °C and treatment time of 40 min. The use of the whole yeast cells as biocatalysts is a very promising alternative and has gained a lot of interest in recent years (Yu et al., 2007).

Whole cells of *S. fragilis* IZ 275 exhibited no beta-galactosidase activity. The mechanism of enzyme release has not been fully studied. However, cell wall lysis is not believed to be the mode of enzyme solubilization. Perhaps the solvent extracts a lipid component from the yeast cell membrane, allowing leakage of intracellular or periplasmic protein. A similar procedure utilizing lower concentrations of solvent (< 20 %) has been reported for the measurement of intracellular enzyme in situ (Wendorff & Amundson 1971). In this case, no intracellular enzyme leaks out, rather small molecular weight substrate molecules diffuse into the cell.



**Figure 1.** Response surface plot representing the effect of a) temperature and ethanol concentration, b) time and ethanol concentration, c) time and temperature on beta-galactosidase activity ( $\mu\text{mol ONPG}\cdot\text{min}^{-1}$ ) of permeabilized cells.

The validity of the results predicted by the regression model, was confirmed by carrying out repeated experiments under optimal permeabilization conditions (i.e.

ethanol concentration; 35 % - v/v, temperature; 15 °C and time; 20 minutes). The results obtained from three replications demonstrated that the average of the maximum beta-galactosidase activity ( $10.59 \mu\text{mol ONPG}\cdot\text{min}^{-1}$ ) obtained was close to the predicted value ( $10.30 \mu\text{mol ONPG}\cdot\text{min}^{-1}$ ). The excellent correlation between the predicted and measured values from these experiments indicates validity of response model.

Application of Box-Behnken design in the enzyme activity by *Saccharomyces fragilis* IZ 275, it was presented as progress in predicting conditions for cell permeabilization. The response surface proved to be a powerful tool for bioprocess optimization converting to a mathematical model which predicts the location of the optimum range. The maximum enzyme activity of  $10.59 \mu\text{mol ONPG}\cdot\text{min}^{-1}$  was reached at 35 % ethanol concentration (v/v), 15 °C and 20 minutes. The permeation process can be used for other studies requiring permeabilized cells to obtain other metabolites of interest.

### **Storage stability**

Yeast cells after permeabilization at the optimal conditions have been tested with respect to maintaining enzymatic activity during storage. The cells showed 78 % loss of enzymatic activity when they were stored in phosphate buffer pH 6.8 at 5 °C, for a period of 9 days. Based on the results it can be seen that there was a significant decrease in enzyme activity after 3 days (72 hours) of storage. The activity observed in the supernatant was very low.

## **4 | CONCLUSION**

Ethanol alcohol can effectively improve the permeability of *Saccharomyces fragilis* IZ 275 cells. Statistical optimization of permeabilization of cell membrane by ethanol has been successfully carried out using RSM based on the 15 factorial Box-Behnken design. The proposed mathematical model with estimated parameters describes well the permeabilization process. The optimum operating conditions for the permeabilization process to achieve maximum enzyme activity were ethanol concentration of 35 %, 15 °C temperature and process duration of 20 min. Under these conditions of process variables, the predicted value of maximum enzyme activity was found to be  $10.59 \mu\text{mol ONPG}\cdot\text{min}^{-1}$  (wet wt.). The fact that ethanol permeabilized *S. fragilis* IZ 275 cells retained enzyme activity for a certain period suggesting that these permeabilized cells could be used as a source of biocatalyst for different applications.

Furthermore, the use of permeabilized cells can help to overcome the problems and costs associated with enzyme extraction and purification from yeast cells and in the development of a low-cost technology for biotechnological application.



## REFERENCES

- Becker, J. M., Caldwell, G. A., & Zachgo, E. A. (1996). **Biotechnology: a laboratory course**. San Diego: Academic.
- Coelho, M. A. S., Salgado, A. M., & Ribeiro, B. D. (2008). **Tecnologia enzimática**. Rio de Janeiro EPUB.
- Dagbagli, S., & Goksungur, Y. (2008). **Optimization of b-galactosidase production using *Kluyveromyces lactis* NRRL Y-8279 by response surface methodology**. *Electronic Journal of Biotechnology*, 11, 11-2.
- De Faria, J. T., Rocha, P. F., Converti, A., Passos, F. M. L., Minim, L. A., & Sampaio, F. C. (2013). **Statistical investigation of *Kluyveromyces lactis* cells permeabilization with ethanol by response surface methodology**. *Brazilian Journal of Microbiology*, 44(4), 1067-74.
- Fonseca, G. G., Heinzle, E., Wittmann, C., & Gombert, A. K. (2008). **The yeast *Kluyveromyces marxianus* and its biotechnological potential**. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 79, 339-54.
- Fukuhara, H. (2006). ***Kluyveromyces lactis*: a retrospective**. *FEMS Yeast Research*, 6, 323-4.
- Husain, Q. (2010).  **$\beta$ -galactosidase and their potential applications: a review**. *Critical Reviews in Biotechnology*, 30, 41-62.
- Inchaurredo, V. A., Yautorno, O. M., & Voget, C. E. (1994). **Yeast Growth and b-Galactosidase Production During Aerobic Batch Cultures in Lactose-Limited Synthetic Medium**. *Process Biochemistry*, 29, 47-54.
- Kippert, F. (1995). **A rapid permeabilization procedure for accurate quantitative determination of b-galactosidase activity in yeast cells**. *FEMS Microbiology Letters*, 128, 201-6.
- Llorente, B., Malpertuy, A., Blandin, G., Artiguenave, F., Wincker, P., & Dujon, B. (2000). **Genomic exploration of the hemiascomycetous yeasts: 12. *Kluyveromyces marxianus* var. *marxianus***. *FEBS Letters*, 487, 71-5.
- Mason, L. R., Gunst, R. F., & Hess, J. S. (1989). **Statistical design & analysis of experiments**. New York: Wiley.
- Montgomery, D. C. (2005). **Design and analysis of experiments**. 6th. New York: John Wiley & Sons.
- Panesar, P. S., Panesar, R., Singh, R. S., & Bera, M. B. (2007). **Permeabilization of Yeast Cells with Organic Solvents for  $\beta$ -galactosidase Activity**. *Research Journal of Microbiology*, 2(1), 34-41.
- Schaffrath, R., & Breunig, K. D. (2000). **Genetics and molecular physiology of the yeast *Kluyveromyces lactis***. *Fungal Genetics and Biology*, 30, 173-90.
- Sen, R., & Swaminathan, T. (1997). **Application of response-surface methodology to evaluate the optimum environmental conditions for the enhanced production surfactin**. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 47, 358-63.
- Trawczynska, I., & Wójcik, M. (2015). **Optimization of permeabilization process of yeast cells for catalase activity using response surface methodology**. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 29(1), 72-7.
- Wendorff, W. L., Amundson, C. H. (1971) **Characterization of beta-galactosidase from *Saccharomyces fragilis***. *Journal of Milk and Food Technology*, 34 (6), 300-306.

Yu, M. A., Wei, Y. M., Zhao, L., Jiang, L., Zhu, X. B. & Qi, W. (2007). **Bioconversion of ethyl 4-chloro-3-oxobutanoate by permeabilized fresh brewer's yeast cells in the presence of allyl bromide**. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 34, 151-156.

## PRESERVAÇÃO DE *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* UTILIZANDO XANTANA PRUNI COMO AGENTE ENCAPSULANTE

### **Júlia Borin Fioravante**

Universidade Federal de Pelotas – UFPel,  
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Programa  
de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de  
Alimentos.  
Pelotas- RS

### **Izadora Almeida Perez**

Universidade Federal de Pelotas - UFPel, Centro  
de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de  
Alimentos, Curso de Bacharelado em Química de  
Alimentos.  
Pelotas - RS.

### **Eliane Lemke Figueiredo**

Universidade Federal de Pelotas - UFPel, Centro  
de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de  
Alimentos, Curso de Bacharelado em Química de  
Alimentos.  
Pelotas - RS.

### **Victoria de Moraes Gonçalves**

Universidade Federal de Pelotas – UFPel,  
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Programa  
de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de  
Alimentos.  
Pelotas- RS

### **Patrícia Diaz de Oliveira**

Universidade Federal de Pelotas – UFPel.  
Centro de Desenvolvimento Tecnológico (DCTEC)  
- Unidade Biotecnologia.  
Pelotas- RS

### **Claire Tondo Vendruscolo**

Universidade Federal de Pelotas – UFPel, Centro  
de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de

Alimentos, professora aposentada.  
Pelotas- RS

### **Angelita da Silveira Moreira**

Universidade Federal de Pelotas – UFPel, Centro  
de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de  
Alimentos.  
Pelotas - RS.

**RESUMO:** A busca por qualidade de vida fez com que os alimentos passassem a ser escolhidos também por suas propriedades funcionais, destacando-se os probióticos, os quais apresentam substâncias fisiologicamente ativas que exercem benefícios aos consumidores. Entretanto, para que tais produtos gerem esse efeito é necessário que os microrganismos probióticos permaneçam viáveis durante o processamento, condições de armazenamento e parte superior do trato gastrointestinal. Como existem diversas características intrínsecas e extrínsecas ao alimento que podem ser prejudiciais à viabilidade, diversas tecnologias são empregadas para assegurar a sobrevivência dos probióticos, dentre elas a encapsulação com secagem em *spray dryer*. Dentre os agentes encapsulantes destacam-se os biopolímeros, como a xantana. Objetivou-se encapsular o probiótico *Lactobacillus acidophilus* usando xantana pruni e secagem por *spray dryer*, e avaliar sua viabilidade em diferentes períodos e condições de armazenamento. Elaborou-se 4

tratamentos para obtenção das partículas: xantana 0,5% e aerosil 0,5% (T1); xantana 2% e aerosil 0,5% (T2); xantana 0,5% e aerosil 2% (T3) e xantana 2% e aerosil 2% (T4). Avaliou-se a viabilidade dos microrganismos em 0, 7, 15, 30, 60 e 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente, sob refrigeração e sob congelamento. As partículas armazenadas à temperatura ambiente apresentaram maior redução da concentração celular ao final do período de armazenamento, enquanto que foram armazenadas sob congelamento tiveram concentração de microrganismos superior em todos os tratamentos, diferenciando-se durante todo o período avaliado. Os melhores tratamentos foram o T2 e o T3. Conclui-se que a xantana pruni possui alto potencial como agente encapsulante de microrganismos probióticos.

**PALAVRAS-CHAVE:** probióticos; viabilidade; *spray dryer*; xantana; condições de armazenamento.

**ABSTRACT:** The search for quality of life made the food also be chosen for its functional properties, especially probiotics, which present physiologically active substances that benefit consumers. However, for such products to generate this effect it is necessary for probiotic microorganisms to remain viable during processing, storage conditions and upper gastrointestinal tract. As there are several intrinsic and extrinsic characteristics that can be detrimental to viability, several technologies are employed to ensure the survival of probiotics, among them the encapsulation with spray drying. Among the encapsulating agents are the biopolymers, such as xanthan. The objective was to encapsulate the probiotic *Lactobacillus acidophilus* using xanthan pruni and spray dryer drying, and to evaluate its viability in different periods and storage conditions. Four treatments were used to obtain the particles: 0.5% xanthan and 0.5% aerosil (T1); 2% xanthan and 0.5% aerosil (T2); 0.5% xanthan and 2% aerosil (T3) and 2% xanthan and 2% aerosil (T4). The viability of the microorganisms was evaluated at 0, 7, 15, 30, 60 and 120 days of storage at room temperature, under refrigeration and under freezing. Particles stored at room temperature showed a greater reduction of the cellular concentration at the end of the storage period, whereas they were stored under freezing and had higher concentrations of microorganisms in all treatments, differing throughout the period evaluated. The best treatments were T2 and T3. It is concluded that xanthan pruni has high potential as an encapsulating agent of probiotic microorganisms.

**KEYWORDS:** probiotics; viability; spray drying; xanthan; storage conditions.

## 1 | INTRODUÇÃO

Com a busca da qualidade de vida, os alimentos deixaram de ser vistos apenas como veículo de nutrientes, adquirindo importância como uma ferramenta para a saúde e bem estar, destacando-se assim os alimentos funcionais. Esses podem ser definidos como todos os alimentos ou bebidas que, quando consumidos, podem trazer

benefícios específicos, graças à presença de substâncias fisiologicamente ativas (CÂNDIDO; CAMPOS, 2005). Dentre esses, pode-se citar os probióticos, que são definidos como microrganismos vivos capazes de melhorar o equilíbrio microbiano intestinal, produzindo efeitos benéficos à saúde do indivíduo (BRASIL, 2002).

Entretanto, os benefícios dos probióticos somente ocorrem quando os microrganismos estiverem significativamente viáveis nos produtos em que forem aplicados (ETCHEPARE et al., 2015). No Brasil, a legislação preconiza que a quantidade mínima viável para os probióticos deve estar situada na faixa de  $10^8$  a  $10^9$  Unidades Formadoras de Colônias (UFC) na recomendação diária do produto pronto para o consumo, conforme indicação do fabricante (BRASIL, 2008).

Em alguns tipos de alimentos, os probióticos estarão sujeitos a diversas etapas de processamento que podem ser desfavoráveis à sua viabilidade, além das características próprias do alimento, de seu armazenamento e condições de consumo. Estudos já relataram a baixa sobrevivência de microrganismos probióticos quando são adicionados como células livres aos alimentos (CAVALHEIRO et al., 2015). Diante disso, diferentes tecnologias estão sendo empregadas a fim de ampliar a viabilidade dos microrganismos probióticos nos alimentos, dentre essas, pode-se citar a encapsulação com secagem em *spray dryer*, uma das metodologias mais empregadas, uma vez que apresenta grande disponibilidade de equipamentos, baixo custo do processo e possibilidade de emprego de uma ampla variedade de agentes encapsulantes com estabilidade do produto final (SANTOS, 2013).

Esse método de secagem é baseado na transformação de um material na forma de solução ou emulsão, para o estado sólido, dando origem a pós finos e secos. O processo ocorre através de meio aquecido, em uma operação contínua, por meio da atomização de uma mistura sólido-fluido, a qual é submetida a um fluxo de ar quente na câmara de secagem, que ocasiona a evaporação do solvente. Finalmente, as partículas sólidas secas são separadas por um ciclone e recolhidas na forma de um pó. Como agente encapsulante deve-se utilizar uma matriz que garanta a integridade do microrganismo, tanto no alimento como na parte superior do trato gastrointestinal, sendo os biopolímeros ideais para esse tipo de processo (SANTOS, 2013).

A xantana é um polissacarídeo sintetizado por espécies de bactérias fitopatogênicas do gênero *Xanthomonas*. Apresenta uma grande importância na indústria de alimentos devido às suas propriedades reológicas, as quais proporcionam a formação de soluções viscosas até mesmo em baixas concentrações e é estável em ampla faixa de pH e temperatura. Além disso, a goma xantana não é digerível, o que auxilia na passagem do alimento pelo trato gastrointestinal (LUVIELMO; SCAMPARINI, 2009). Denomina-se xantana pruni a xantana produzida por *X. arboricola* pv pruni, que possui propriedades químicas e físicas que a distinguem das xantanas comerciais (VENDRUSCOLO et al., 2013).

Objetivou-se com este estudo preservar o probiótico *Lactobacillus acidophilus* através da técnica de secagem em *spray dryer*, utilizando xantana pruni como agente

encapsulante, bem como avaliar a viabilidade do microrganismo em diferentes períodos e condições de armazenamento.

## 2 | METODOLOGIA

**Materiais:** o microrganismo probiótico utilizado foi o *L. acidophilus* ATCC 4356, fornecido pelo Laboratório de Microbiologia de Alimentos do DCTA/FAEM/UFPel. Na solução encapsulante utilizou-se o agente encapsulante xantana pruni produzida pela cepa 101 de *Xanthomonas arboricola* pv pruni, produzida no Laboratório de Biopolímeros, do CDTec/UFPel sob condições operacionais e de meio de cultura como descrito nas patentes BR 122014030015-8 (VENDRUSCOLO et al., 2004a) e PI 0406309-0 (VENDRUSCOLO et al., 2004b); e o antiumectante/antiagregante Aerosil®. Elaborou-se 4 tratamentos variando-se a concentração dos agentes encapsulante e antiagregante (Tab. 1). Após, as soluções foram esterilizadas.

Tratamentos	Formulações
T1	0,5% Xantana + 0,5% Aerosil
T2	2,0% Xantana + 0,5% Aerosil
T3	0,5% Xantana + 2,0% Aerosil
T4	2,0% Xantana + 2,0% Aerosil

**Tabela 1.** Tratamentos utilizados para a preservação segundo a formulação da solução encapsulante.

**Encapsulação:** o inóculo foi produzido através de culturas puras de *L. acidophilus* ATCC 4356; seu crescimento foi em placas de Petri com meio sólido MRS (De Man, Rogosa e Sharp) incubadas a 37 °C por 72 h; após, as células foram raspadas e ressuspensas em meio líquido MRS e incubadas em agitador incubador orbital a 150 rpm e 37 °C por cerca de 16 h, até que fosse atingida a  $DO_{600}$  (densidade óptica) igual a 1. Para separação das células e adição das mesmas na solução encapsulante, o inóculo foi centrifugado a 10000 x g a 4 °C por 10 min para formação de *pellet* celular, que foi ressuspensado em mesmo volume da solução encapsulante. A secagem foi realizada em *spray dryer* (LabMaq, MSD 1.0, Brasil), com temperatura de entrada de 120°C, na saída de 60°C, fluxo de ar de 3 L.h<sup>-1</sup> e velocidade de entrada de 0.4 L.h<sup>-1</sup>. Os pós produzidos foram envasados em frascos tipo penicilina e armazenados à temperatura ambiente ( $\pm 25^\circ$ , em dessecador), sob refrigeração (7°C, geladeira) e sob congelamento (-18°C, freezer doméstico).

**Avaliação da viabilidade:** a viabilidade inicial (dia 0) dos microrganismos encapsulados e após armazenamento por 7, 15, 30, 60 e 120 dias foi determinada conforme Antunes et al. (2013). Foram adicionados 0,01 g das partículas a 1 mL de solução tampão fosfato 0,05 M e submetidos à agitação de 150 rpm e 37°C durante



3h. Após, determinou-se a concentração dos microrganismos liberados realizando-se diluições decimais seriadas, inoculando-as em placas de Petri contendo meio sólido MRS que foram incubadas a 37°C em jarras de anaerobiose por 72 h; por fim fez-se contagem das unidades formadoras de colônia por placa e correção da diluição para expressão dos resultados em Log UFC.g<sup>-1</sup>.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização de xantana como agente encapsulante é capaz de reduzir a injúria celular frente ao processo de secagem em *spray dryer* sob temperaturas elevadas. De acordo com Nunes et al. (2015), essa técnica serve como proteção para os probióticos, sendo que a viabilidade dos microrganismos durante o processo e posterior estocagem do pó está relacionada com fatores como a cepa utilizada, temperaturas de entrada e saída no equipamento e também com o tipo de agente encapsulante. Os resultados obtidos para a concentração de microrganismo na avaliação da viabilidade das partículas estão na Tabela 2.

Trat.	Armazenamento (dias)					
	0	7	15	30	60	120
T1A	9,64±0,01 <sup>Aa</sup>	7,31±0,00 <sup>FGb</sup>	7,28±0,03 <sup>Deb</sup>	7,15±0,13 <sup>Eb</sup>	6,46±0,11 <sup>Dc</sup>	0,00±0,00 <sup>Dd</sup>
T1R	9,64±0,01 <sup>Aa</sup>	7,53±0,04 <sup>Ec</sup>	7,81±0,03 <sup>BCDb</sup>	7,46±0,06 <sup>Dc</sup>	7,12±0,08 <sup>Cd</sup>	5,68±0,06 <sup>Abe</sup>
T1C	9,64±0,01 <sup>Aa</sup>	8,24±0,01 <sup>Db</sup>	7,68±0,54 <sup>CDb</sup>	8,05±0,01 <sup>Cb</sup>	7,57±0,04 <sup>Bb</sup>	5,83±0,06 <sup>Ac</sup>
T2A	9,60±0,06 <sup>Aa</sup>	8,38±0,01 <sup>Cb</sup>	7,27±0,03 <sup>Dec</sup>	7,08±0,03 <sup>Ec</sup>	5,55±0,14 <sup>Efe</sup>	0,0±0,00 <sup>Df</sup>
T2R	9,60±0,06 <sup>Aa</sup>	8,54±0,02 <sup>Abb</sup>	8,37±0,02 <sup>Abb</sup>	8,31±0,01 <sup>Bb</sup>	7,08±0,03 <sup>Cc</sup>	5,54±0,12 <sup>Bd</sup>
T2C	9,60±0,06 <sup>Aa</sup>	8,58±0,02 <sup>ABb</sup>	8,52±0,01 <sup>Ab</sup>	8,31±0,01 <sup>Bc</sup>	8,09±0,06 <sup>Ad</sup>	5,79±0,04 <sup>ABe</sup>
T3A	9,58±0,00 <sup>Aa</sup>	7,23±0,04 <sup>Gc</sup>	7,63±0,04 <sup>CDb</sup>	6,73±0,15 <sup>Fd</sup>	5,37±0,10 <sup>Fe</sup>	0,00±0,00 <sup>Df</sup>
T3R	9,58±0,00 <sup>Aa</sup>	8,53±0,01 <sup>ABb</sup>	8,14±0,01 <sup>ABCc</sup>	8,41±0,03 <sup>Abd</sup>	5,77±0,02 <sup>Ee</sup>	5,04±0,06 <sup>Cf</sup>
T3C	9,58±0,00 <sup>Aa</sup>	8,58±0,03 <sup>ABb</sup>	8,58±0,09 <sup>Ab</sup>	8,57±0,01 <sup>Ab</sup>	6,37±0,01 <sup>De</sup>	5,1±0,14 <sup>Cf</sup>
T4A	9,61±0,01 <sup>Aa</sup>	7,40±0,01 <sup>Fb</sup>	6,99±0,06 <sup>Ec</sup>	7,02±0,02 <sup>Ec</sup>	5,39±0,12 <sup>Fd</sup>	0,00±0,00 <sup>De</sup>
T4R	9,61±0,01 <sup>Aa</sup>	8,49±0,04 <sup>Bb</sup>	7,22±0,03 <sup>DEc</sup>	7,15±0,03 <sup>Ec</sup>	6,17±0,03 <sup>Dd</sup>	5,04±0,06 <sup>Ce</sup>
T4C	9,61±0,01 <sup>Aa</sup>	8,59±0,01 <sup>Ab</sup>	8,25±0,01 <sup>ABCc</sup>	7,90±0,01 <sup>Cd</sup>	6,37±0,01 <sup>De</sup>	4,95±0,07 <sup>Cf</sup>

**Tabela 2.** Concentração de microrganismos (UFC g<sup>-1</sup>) viáveis nas partículas nos diferentes tratamentos, dias e condições de armazenamento.

Médias e desvio padrão. Teste Tukey (p≤0,05). Letras maiúsculas diferem entre si na coluna, letras minúsculas diferem entre si na linha. Trat. = Tratamentos; A = ambiente; R = refrigeração; C = congelamento.

Em relação às condições de armazenamento, pôde-se observar que as partículas armazenadas sob congelamento tiveram concentração de microrganismos superior em todos os tratamentos, diferenciando-se durante todo o período avaliado das demais condições. Já as partículas armazenadas sob temperatura ambiente tiveram concentração de microrganismos bastante inferior, não havendo sobrevivência em

120 dias em nenhum dos tratamentos. A concentração permaneceu de acordo com a legislação apenas até 30 dias de armazenamento.

Silva *et al.* (2014) realizaram a microencapsulação de *B. animalis* e *L. acidophilus* utilizando uma solução contendo diversos agentes encapsulantes. De acordo com os autores, temperaturas inferiores auxiliam na estabilidade das células encapsuladas, evitando rearranjos no material de parede e impedindo a exposição inadequada dos microrganismos às condições adversas, auxiliando no incremento da vida útil das partículas. Além disso, as baixas temperaturas provocam redução no metabolismo e no ciclo de reprodução dos microrganismos. Os autores observaram aos 40 dias de armazenamento uma redução da população de microrganismos inicial próxima a 15,41% e 15,36% para as microcápsulas contendo *B. animalis* e *L. acidophilus*, respectivamente, e armazenadas sob refrigeração contra uma redução de 19,03% e 19,01% para as microcápsulas contendo *B. animalis* e *L. acidophilus*, respectivamente, armazenadas à temperatura ambiente.

O T2, com 2,0% Xantana e 0,5% Aerosil e o T3 com 0,5% de Xantana e 2,0% Aerosil foram os que tiveram melhores resultados na maioria dos tempos; provavelmente porque continham uma quantidade (2,5g) de sólidos adicionados mais adequada, não excessiva nem insuficiente para promover a proteção dos microrganismos.

#### 4 | CONCLUSÕES

A xantana pruni pode ser utilizada eficientemente como agente encapsulante do microrganismo probiótico *L. acidophilus*, sendo que os melhores tratamentos foram o T2 e o T3, com concentrações intermediárias de sólidos. O congelamento foi a condição de estocagem que proporcionou as maiores viabilidades, durante todo o tempo de armazenamento. Armazenamento à temperatura ambiente é viável apenas por períodos curtos, de até 60 dias.

#### REFERÊNCIAS

ANTUNES A.E.C.; LISERRE, A.M.; COELHO A.L.A.; MENEZES C.R.; MORENO, I.; YOTSUYANAGI K., AZAMBUJA N.C. Acerola nectar with added microencapsulated probiotic. **LWT - Food Science and Technology** .v. 54, p.125-131, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos: lista de alegações de propriedade funcional aprovadas. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno\\_lista\\_alega.htm](http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm)>. Acesso em: 15 fev. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 2, de 07 de janeiro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcional e ou de Saúde. **Diário Oficial da União**, Brasília, 09 de janeiro de 2002.

CANDIDO, L.M.B.; CAMPOS, A.M. Alimentos Funcionais. Uma Revisão. **Boletim da SBCTA**. v. 29, n. 2, p. 193-203, 2005.

CAVALHEIRO, C.P.; ETCHEPARE, M.A.; SILVEIRA, M.F.; MENEZES, C.; MENEZES, C.R.; FRIES, L.L.M. Encapsulação: alternativa para a aplicação de microrganismos probióticos em alimentos termicamente processados. **Ciência e Natura** v.37, Ed. Especial-Nano e Microencapsulação de compostos bioativos e probióticos em alimentos, Santa Maria, p. 65-74, 2015.

ETCHEPARE, M.A.; MENEZES, M.F.S.C.; BARRETO, A.R.; CAVALHEIRO, C.P.; MENEZES, C.R. Microencapsulação de probióticos pelo método de extrusão associado a interações eletrostáticas. **Ciência e Natura** v.37, Ed. Especial-Nano e Microencapsulação de compostos bioativos e probióticos em alimentos, Santa Maria, p. 75-86, 2015.

NUNES, G. L. et al. Microencapsulação de culturas probióticas: princípios do método de spray drying. **Ciência e Natura** [da] Universidade Federal de Santa Maria. v.37, Ed. Especial-Nano e Microencapsulação de compostos bioativos e probióticos em alimentos, p. 132 – 141, dez. 2015.

LUVIELMO, M.M.; SCAMPARINI, A.R.P. Goma xantana: produção, recuperação, propriedades e aplicações. **Estudos tecnológicos**, v.5, nº 1, p. 50-67, 2009.

SAAD, S. M. I.; CRUZ, A. G.; FARIA, J. de A. F. **Probióticos e prebióticos em alimentos: Fundamentos e aplicações tecnológicas**. 1ed. São Paulo: Varela, 2011. 669p.

SANTOS, R. C. S. dos. **Microencapsulação de Lactobacillus casei por spray drying**. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Industrial) – Curso de Pós-Graduação em Biotecnologia Industrial, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2013.

SILVA, P. T.; FRIES, L. L. M.; MENEZES, C. R. de; SILVA, C. de B.; SORIANI, H. H.; BASTOS, J. de O.; MOTTA, M. H.; RIBEIRO, R. F. Microencapsulação de probióticos por spray drying: avaliação da sobrevivência sob condições gastrointestinais simuladas e da viabilidade sob diferentes temperaturas de armazenamento. Santa Maria/RS. **Revista Ciência Rural**, 2014.

VENDRUSCOLO, C. T.; VENDRUSCOLO, J. L. S.; MOREIRA, A. da S. meio de cultura para crescimento de *Xanthomonas*. BR 122014030015-8, 05 nov. 2004a.

VENDRUSCOLO, C. T.; MOREIRA, A. da S.; VENDRUSCOLO, J. L. S. Processo de produção de biopolímero tipo xantana, uso das bactérias *Xanthomonas arboricola* ou *Xanthomonas arboricola* pruni e usos do biopolímero obtido. BR Pat. PI 0406309-0, 04 nov. 2004b.

VENDRUSCOLO, C. T. ; MOREIRA, A. da S. Xantana pruni: biopolímero de isolado de clima subtropical. In: Márcia do Vale Barreto Figueiredo; Deise Maria Passos da Silva; José de Paula Oliveira; José Nildo Tabosa; Fernando Gomes da Silva; José Teodorico de Araújo Filho. (Org.). **Estratégia para uma Agricultura Sustentável**. 04 ed. Recife: CCS- Gráfica e Editora, 2013, v. 1, p. 31-58.

## VIABILIDADE DE *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS ATCC 4356* MICROENCAPSULADO ADICIONADO A IOGURTE BATIDO SABORIZADO COM POLPA DE MIRTILLO (*VACCINIUM SPP*)

### **Júlia Borin Fioravante**

Universidade Federal de Pelotas - UFPel,  
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Programa  
de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de  
Alimentos.  
Pelotas- RS

### **Eliane Lemke Figueiredo**

Universidade Federal de Pelotas - UFPel, Centro  
de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de  
Alimentos, Curso Bacharelado em Química de  
Alimentos. Pelotas - RS.

### **Izadora Almeida Perez**

Universidade Federal de Pelotas - UFPel, Centro  
de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de  
Alimentos, Curso Bacharelado em Química de  
Alimentos.  
Pelotas - RS.

### **Victoria de Moraes Gonçalves**

Universidade Federal de Pelotas – UFPel,  
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Programa  
de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de  
Alimentos.  
Pelotas - RS

### **Patrícia Diaz de Oliveira**

Universidade Federal de Pelotas – UFPel, Centro  
de Desenvolvimento Tecnológico (DCTEC) -  
Unidade Biotecnologia.  
Pelotas - RS

### **Claire Tondo Vendruscolo**

Universidade Federal de Pelotas - UFPel,  
professora aposentada do Centro de Ciências  
Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos.

Pelotas - RS

### **Angelita da Silveira Moreira**

Universidade Federal de Pelotas - UFPel  
Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de  
Alimentos.  
Pelotas - RS.

**RESUMO:** Microrganismos probióticos vêm sendo usados em produtos alimentícios devido aos benefícios à saúde dos consumidores, sendo os iogurtes e bebidas lácteas os principais veículos. Entretanto, esses podem sofrer fenômenos como pós-acidificação, prejudicando a viabilidade celular. Assim, tecnologias de proteção de probióticos mostram-se benéficas, como a microencapsulação, sobretudo quando o alimento possui natureza ácida ou sofre acidificação. Nesse sentido, objetivou-se avaliar a viabilidade, ao longo do tempo, da cepa probiótica *Lactobacillus acidophilus ATCC 4356* microencapsulado com xantana e adicionado em iogurte batido saborizado com polpa de mirtilo estabilizada com xantana. Obteve-se o iogurte e o mesmo foi submetido a quatro tratamentos, oriundos da combinação de adicionar ou não polpa de mirtilo e adicionar probiótico microencapsulado ou probiótico na forma livre. Avaliou-se a viabilidade de *Lactobacillus acidophilus ATCC 4356* no 4º, 7º, 14º e 28º dia de armazenamento. Os iogurtes

com probiótico microencapsulado mantiveram constante o log da concentração do probiótico durante o período de armazenamento; porém, no iogurte adicionado de polpa de mirtilo, as contagens do probiótico foram estatisticamente menores em todos os tempos analisados. Já nos tratamentos com células livres as contagens do probiótico foram estatisticamente menores já no 4º dia e no 28º não continham mais células viáveis. A presença da polpa não influenciou significativamente. Logo, a adição de *L. acidophilus* ATCC 4356 microencapsulado com xantana permite a manutenção de elevadas concentrações, suficientes para porção de 10g do produto ser considerada probiótica, mesmo com a redução causada pela polpa de mirtilo.

**PALAVRAS-CHAVE:** iogurte probiótico; polpa de mirtilo, xantana; spray drier, vida útil.

**ABSTRACT:** Probiotic microorganisms have been used in food products because of the health benefits of consumers, with yogurts and dairy drinks being the main vehicles. However, these can undergo phenomena such as post-acidification, impairing cell viability. Like this, technologies of protection of probiotics are shown to be beneficial, such as microencapsulation, especially when the food is acidic or suffers acidification. In this sense, the objective was to evaluate the viability, over time, of the probiotic strain *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 microencapsulated with xanthan and added in flavored yogurt flavored with blueberry pulp stabilized with xanthan. The yogurt was obtained and the same was subjected to four treatments, from the combination of adding or not blueberry pulp and adding microencapsulated probiotic or probiotic in the free form. The viability of *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 was evaluated at the 4th, 7th, 14th and 28th days of storage. Yogurts with microencapsulated probiotics kept the log of the probiotic concentration constant during the storage period; however, in the added blueberry pulp yogurt, the probiotic counts were statistically lower at all times analyzed. In the free-cell treatments, the probiotic counts were statistically lower on the 4th day and on the 28th day they did not contain any more viable cells. The presence of pulp did not influence significantly. Thus, the addition of *L. acidophilus* ATCC 4356 microencapsulated with xanthan allows the maintenance of high concentrations, sufficient for a 10 g portion of the product to be considered probiotic, even with the reduction caused by the blueberry pulp.

**KEYWORDS:** probiotic yogurt; blueberry pulp; xanthan; spray drier; shelf life.

## 1 | INTRODUÇÃO

O iogurte pertence ao grupo de produtos denominados leites fermentados, que são produtos lácteos obtidos por coagulação e diminuição do pH do leite, por fermentação láctica mediante ação de cultivos de microrganismos específicos, adicionado ou não de outros produtos lácteos e de outras substâncias alimentícias. No iogurte, a fermentação é realizada através de cultivos protosimbióticos de *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, os quais

devem ser viáveis, ativos e abundantes durante o prazo de validade do produto. Iogurtes podem variar quanto à sua composição química, método de produção, sabor e consistência, podendo ser firme, batido ou líquido (BRASIL, 2007). Os iogurtes são os principais meios utilizados de veiculação de microrganismos probióticos, devido à grande aceitação pelo público consumidor. No entanto, esse tipo de produto é propício a fenômenos como a pós-acidificação, que causa a perda da viabilidade dos probióticos, visto que em pH abaixo de 4,4 esses não se desenvolvem muito bem, podendo ter sua população consideravelmente reduzida. Ainda, outra barreira que eles enfrentam é o trato gastrointestinal (TGI), visto que devem resistir ao suco gástrico, à bile e à secreção pancreática (RIBEIRO et al., 2011). Logo, torna-se tecnologicamente interessante o desenvolvimento de técnicas que protejam esses microrganismos contra as condições adversas, garantindo sua sobrevivência.

O termo probiótico, de origem grega, significa “para a vida”, sendo utilizado para designar a presença, em alimentos, de bactérias benéficas para o organismo humano (STANTON et al., 2005). A definição de probióticos no Brasil é “microrganismos vivos capazes de melhorar o equilíbrio microbiano intestinal, produzindo efeitos benéficos à saúde” (ANVISA, 2002). Desses pode citar a manutenção do equilíbrio e composição da flora intestinal, ajudando a aumentar a habilidade do corpo em resistir à invasão de patógenos, mantendo o bem-estar do hospedeiro (RANADHEERA, BAINES & ADAMS, 2010).

As cepas probióticas para incorporação em alimentos devem ser consideradas seguras (GRAS - *generally recognized as safe*) e não devem ocasionar mudanças indesejáveis do ponto de vista sensorial, como aroma, *flavor*, textura e demais atributos, sendo os gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* predominantemente utilizados (STANTON et al., 2003).

Uma tecnologia que vem ganhando destaque é a microencapsulação, pois as microcápsulas são dissolvidas e liberam o material encapsulado no sítio de ação adequado para exercer a função desejada (BORGOGNA et al., 2010). A xantana pode ser utilizada como agente termo-osmoprotetor e encapsulante, conferindo resistência às condições de armazenamento do produto onde são adicionadas e às condições gastrointestinais que as microcápsulas sofrem durante o processo digestivo (ETCHEPARE et al., 2015).

O Mirtilo (*Vaccinium spp*) é apreciado pelo seu sabor exótico, acidez, cor atrativa azul-púrpura e, principalmente, por possuir alto valor agregado e compostos bioativos e antioxidantes. Assim como o morango, framboesa e amora preta, pertence ao grupo de pequenas frutas e apresenta produção sazonal (KECHINSKI, 2011; VIZOTTO, 2012). Torna-se vantajosa sua utilização como saborizante e corante de iogurtes, pois substitui corantes e aromatizantes artificiais, valorizando o produto. Porém, possui elevada concentração de compostos fenólicos, alguns com atividade antimicrobiana, o que pode diminuir ainda mais a população probiótica. Assim, objetivou-se avaliar a viabilidade, ao longo do tempo, de *Lactococcus acidophilus* ATCC 4356 microencapsulado



com xantana em iogurte batido saborizado com polpa de mirtilo.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Obtenção da polpa de mirtilo

A polpa de mirtilo foi obtida conforme descrito por Fioravante (2015), através da aplicação direta de vapor em caldeira térmica, contendo 0,1% (m/m) de xantana pruni, 0,08% (m/m) de ácido cítrico e 14°Brix.

### 2.2 Encapsulação do probiótico *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356

Solução encapsulante (500 mL) foi preparada com 1,25% (m/v) de xantana pruni e 0,19% (m/v) de aerosil® em água destilada, sob aquecimento de 60 °C e homogeneização em agitador mecânico, sendo esterilizada a 121 °C por 15 min.

Obteve-se o inóculo de *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 a partir da suspensão, em 500 mL de meio líquido MRS, das células frescas de 10 placas de *L. acidophilus* ATCC 4356 incubadas a 37 °C por 72 h. O inóculo foi preparado em incubador agitador orbital a 150 rpm, 37°C por 24 h (SILVA et al., 2015). Concentrado celular foi obtido por centrifugação a 10000 xg e 4 °C por 10 min e posteriormente diluído na solução encapsulante até atingir DO<sub>600</sub> de 1,0. As microcápsulas foram obtidas em *spray dryer* (LabMaq MSD 1.0), operado com as seguintes condições: temperatura de entrada 120 °C, temperatura de saída 60 °C, com taxa de fluxo de ar de 3 L/h e velocidade de entrada de 0.4 L/h. O pó produzido foi armazenado em frascos de vidro e acondicionados sob refrigeração a 4 °C.

### 2.3 Produção do iogurte

O iogurte foi elaborado conforme metodologia descrita por Krolow e Ribeiro (2006), com modificações, sendo: 1 L de leite, 4% de leite em pó desnatado, 11% de açúcar refinado. Primeiramente, o leite foi misturado ao leite em pó e ao açúcar e pasteurizado à temperatura de 90 °C por 30 min, resfriando-se posteriormente a mistura a 40-45 °C. Após, dividiu-se em 2 porções, para obtenção dos seguintes tratamentos: 1) 2% de cultura láctica (*Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus termophilus*) e *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 livre; 2) 2% de cultura láctica (*Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus termophilus*). Os mesmos foram agitados e incubados em estufa a 37 °C por 16 h. Após, bateu-se lentamente, separando-se ambos tratamentos em duas porções, sendo adicionados de 25% de polpa de mirtilo (tratamentos T1 e T3) e 20% de microcápsula (tratamentos T3 e T4), como apresenta a Tabela 1; finalmente, foram armazenados em frascos de vidro em refrigerador a 4 °C.

Tratamentos	Ingredientes		
	<i>L. acidophilus</i> livre	<i>L. acidophilus</i> microencapsulado	Polpa de mirtilo
T1	Sim	Não	Sim
T2	Sim	Não	Não
T3	Não	Sim	Sim
T4	Não	Sim	Não

Tabela 1. Ingredientes de cada um dos quatro tratamentos realizados

A viabilidade do *L. acidophilus* ATCC 4356 foi avaliada no 4<sup>o</sup>, 7<sup>o</sup>, 14<sup>o</sup> e 28<sup>o</sup> dia de armazenamento, através de diluição seriada e contagem em meio seletivo-MRS para *Lactobacillus spp.* A análise foi realizada em triplicata.

## 2.4 Análise estatística

Para comparação das médias foi aplicado o teste de Tukey ao nível de significância de 5%, utilizando-se o programa estatístico Statistix 8.0.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo os resultados (Tabela 2), os tratamentos e o tempo de armazenamento afetaram significativamente a viabilidade do probiótico *L. acidophilus* ATCC 4356. A concentração de células viáveis nos iogurtes com o probiótico microencapsulado (T3 e T4) manteve-se constante no mesmo log durante o período de armazenamento. Entretanto, o tratamento T3, com adição da polpa de mirtilo, teve contagem significativamente menor. Já os iogurtes com o probiótico na forma livre (T1 e T2) tiveram contagens menores de *L. acidophilus* ATCC 4356 em todos os tempos analisados. Mas não houve diferenças significativas em relação à adição da polpa de mirtilo, provavelmente devido à grande diferença numérica de UFC.mL<sup>-1</sup> entre os tratamentos com os probióticos na forma encapsulada e livre. T1 e T2, com células livres, não continham células viáveis do probiótico no 28<sup>o</sup> dia. Observou-se em T2, com polpa de mirtilo, decréscimo de 2 log a partir do 7<sup>o</sup> dia; enquanto que no T1, embora com menor concentração que T2 já no 4<sup>o</sup> dia, observou-se diminuição de 1 log somente no 14<sup>o</sup> dia. Tal redução de viabilidade dos microrganismos é um comportamento típico durante o tempo de armazenamento do iogurte ocorrendo, principalmente, pela pós-acidificação do produto.

A manutenção da viabilidade celular é desejada sendo, inclusive, estabelecida pela legislação que a contagem total de bactérias lácticas viáveis deve ser no mínimo de 10<sup>7</sup> UFC g<sup>-1</sup> durante o período de validade (BRASIL, 2007). Já para o iogurte ser considerado probiótico, essa quantidade aumenta para faixas de 10<sup>8</sup> a 10<sup>9</sup> UFC na porção diária de 200 g recomendada. Dessa forma, pode-se perceber que uma porção

de 10g dos iogurtes batidos obtidos segundo T3 e T4, com  $10^7$  UFC.g<sup>-1</sup>, pode ser considerada um alimento probiótico (BRASIL, 2003).

Tratamento	Período de armazenamento (dias)			
	4 <sup>o</sup>	7 <sup>o</sup>	14 <sup>o</sup>	28 <sup>o</sup>
T1	2,2x10 <sup>3c</sup>	5,84x10 <sup>4c</sup>	4x10 <sup>2c</sup>	0
T2	5,12x10 <sup>5c</sup>	2,2x10 <sup>3c</sup>	2x10 <sup>3c</sup>	0
T3	2,63x10 <sup>7b</sup>	2,95x10 <sup>7b</sup>	2,86x10 <sup>7b</sup>	3,86x10 <sup>7b</sup>
T4	4,11x10 <sup>7a</sup>	3,53x10 <sup>7a</sup>	3,25x10 <sup>7a</sup>	6,26x10 <sup>7a</sup>

Tabela 2. Viabilidade (log UFC.g<sup>-1</sup>) de *L. acidophilus* ATCC 4356 em iogurte batido com e sem polpa de mirtilo ao longo de 28 dias de armazenamento a 4 °C

T1: adição de probiótico livre e de polpa de mirtilo; T2: adição apenas de probiótico livre; T3: adição de probiótico microencapsulado e de polpa de mirtilo; T4: adição apenas de probiótico microencapsulado. Médias de três repetições. Letras minúsculas diferentes na coluna indicam diferença entre as formulações pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Ribeiro (2011) avaliou a viabilidade de *Lactobacillus acidophilus* livre e microencapsulado em iogurte probiótico batido e verificou que o número médio de células viáveis de *L. acidophilus* em microcápsulas úmidas ( $1,12 \times 10^7$  UFC.g<sup>-1</sup>) teve menor redução da viabilidade, durante 35 dias de armazenamento refrigerado, do que em microcápsulas liofilizadas ( $2,94 \times 10^7$  UFC.g<sup>-1</sup>) e na forma livre ( $1,58 \times 10^7$  UFC.g<sup>-1</sup>).

## 4 | CONCLUSÕES

A adição de *L. acidophilus* ATCC 4356 microencapsulado com xantana permite a manutenção de elevadas concentrações em iogurte, mesmo com adição de polpa de mirtilo, que causou redução numérica significativa na contagem do probiótico. Quando esse probiótico foi adicionado microencapsulado não sofreu redução (em número de log) de sua viabilidade ao longo dos 28 dias de armazenamento refrigerado. Assim, a microencapsulação *L. acidophilus* ATCC 4356 com xantana pruni se mostrou uma técnica promissora e vantajosa, sendo viável sua aplicação em iogurtes probióticos, mesmo com adição de frutas.

## REFERÊNCIAS

ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Resolução RDC n. 2 de 7 de janeiro de 2002. **Regulamento técnico de substâncias bioativas e probióticos isolados com alegação de propriedade funcional e ou de saúde**. D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 09 de janeiro de 2002.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 359, de 23 de dezembro de 2003. **Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional**. Publicado no **Diário Oficial da União**: Brasília, Distrito Federal, em 26 de dezembro de 2003.

BRASIL - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007, que adota o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. Publicado no **Diário Oficial da União**: Brasília, Distrito Federal, em 24 de outubro de 2007. Seção 1, página 5. 2007.

BORGOGNA, M.; BELLICH, B.; ZORZIN, L.; LAPASIN, R.; CESÁRO, A. Food microencapsulation of bioactive compounds: rheological and thermal characterization of non-conventional gelling system. **Food Chemistry**, v. 122, n. 2, p. 416–423, 2010.

ETCHEPARE, M. de A.; DE MENEZES, M. F. da S. C.; BARRETO, A. R.; CAVALHEIRO, C. P.; DE MENEZES, C. R. Microencapsulação de probióticos pelo método de extrusão associado a interações eletrostáticas. **Ciência e Natura**, v. 37, p. 75-86, 2015.

FIORAVANTE, J. B. **TRATAMENTO TÉRMICO POR ADIÇÃO DIRETA DE VAPOR E DE XANTANA PRUNI COMO ESTRATÉGIA PARA PRESERVAÇÃO DE POLIFENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM POLPA E PRÉ-MIX DE MIRTILO**. 2015. 104 f. Dissertação (mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

KECHINSKI, C. P. **Estudo de diferentes formas de processamento do mirtilo visando a preservação dos compostos antocianicos**. 2011. 277 pg. Tese (Doutorado em Engenharia Química). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

KROLOW, A. C. R.; RIBEIRO, M. E. R. Obtenção de leite com qualidade e elaboração de derivados. **Embrapa Clima Temperado**, Pelotas, RS, jul. 2006.

RIBEIRO, M. C. E. **Produção e caracterização de iogurte probiótico batido adicionado de *Lactobacillus acidophilus* livre e encapsulado**. 2011. 75 f. Dissertação (mestrado em tecnologia de alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

RANADHEERA, R. D. C. S.; BAINES, S. K.; ADAMS, M. C. Importance of food in probiotic efficacy. **Food Research International**, v. 43, p. 1-7, 2010.

STANTON, C.; DESMOND, C.; COAKLEY, M.; COLLINS, J.K.; FITZGERALD, G.; ROSS, R.P. Challenges facing development of probiotic-containing functional foods. In **Handbook of fermented functional foods**. Boca Ranton, LA, USA: CRC Press., 2003.

STANTON, C.; ROSS, R.P.; FITZGERALD, G.F.; VAN SINDEREN, D. Fermented functional foods based on probiotics and their biogenic metabolites. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 16, p. 198-203, 2005.

SILVA, P. T. da; FRIES, L. L. M.; MENEZES, C. R. de; DA SILVA, C. de B.; SORIANI, H. H.; BASTOS, J. de O.; MOTTA, M. H.; RIBEIRO, R. F. Microencapsulação de probióticos por *spray drying*: avaliação da sobrevivência sob condições gastrointestinais simuladas e da viabilidade sob diferentes temperaturas de armazenamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.7, p.1342-1347, jul, 2015.

VIZOTTO, M. **Propriedades funcionais das pequenas frutas**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.33, n.268, p.84-88, maio/jun. 2012

## DESEMPENHO PRODUTIVO DE FRANGOS DE CORTE – UM ESTUDO DE CASO

### **Simeia Paula Garmus**

Universidade Estadual do Paraná – *Campus* de Campo Mourão, Curso de Engenharia de Produção Agroindustrial  
Campo Mourão - Paraná

### **Andréa Machado Groff**

Universidade Estadual do Paraná – *Campus* de Campo Mourão, Curso de Engenharia de Produção Agroindustrial – Grupo de Pesquisas em Materiais Agroindustriais  
Campo Mourão - Paraná

**RESUMO:** A avaliação do desempenho produtivo animal é fundamental, pois, possibilita identificar os efeitos dos fatores de produção e do manejo adotado durante a criação. Com o objetivo de avaliar o desempenho produtivo de três lotes de frangos de corte e de identificar os possíveis fatores associados ao baixo desempenho produtivo desses, o presente estudo foi realizado em uma propriedade rural. Constatou-se que a idade de abate dos lotes variou de 42 a 45 dias e o peso vivo médio (final) de 2,71 a 3,00 kg, mantendo-se adequado (entre 2,30 e 3,00 kg). A conversão alimentar (CA) variou de 1,42 a 1,60 e, para os lotes 2 e 3, permaneceu conforme estabelecido pela Cooperativa (entre 1,50 e 1,60). Os lotes 1, 2 e 3 apresentaram, respectivamente, taxas de mortalidade (TM) de 5,28, 2,06 e 6,80%. Os valores de TM dos lotes 1 e 3 foram superiores

ao estabelecido pela Cooperativa (4,0%). Na primeira semana, a TM foi elevada (superior a 0,8%) e variou de 0,96 e 3,72%. Os valores do índice de eficiência produtiva (IEP) foram adequados e variaram de 384,9 a 457,8, apesar da elevada TM em algumas fases da criação. Entre as possíveis causas associadas à elevada TM estão a variabilidade na qualidade e no peso dos pintainhos e as falhas no controle da temperatura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Conversão alimentar; Índice de eficiência produtiva; Mortalidade.

**ABSTRACT:** Evaluation of animal productive performance is fundamental, because enables identify the effects of production factors and of the management realized during broilers production. With objective of evaluate the broilers chickens performance and identify the possible factors associated to their lower performance, the study was carried. It was found that lots slaughter age varied from 42 to 45 days and the average live weight (final) from 2.71 to 3.00 kg, and stayed adequate (from 2.30 to 3.00 kg). Feed conversion varied from 1.42 to 1.60 and, for lots 2 and 3, remained according to established by agroindustry (from 1.50 to 1.60). The lots 1, 2 and 3 presented, respectively, mortality of 5.28, 2.06 and 6.8, higher that 4.0% (established by agroindustry). In the first week, the mortality was elevated (superior than

0.8%) and varied from 0.96 to 3.72%. The values of productive efficiency rates were adequate and varied from 384.9 to 457.8, despite the higher mortality in some stages of production. Among the possible causes associated to higher mortality are the variability of quality and of the weight of broiler chicks and temperature control faults.

**KEYWORDS:** Feed conversion; Productive efficiency rates; Mortality.

## 1 | INTRODUÇÃO

A avaliação do desempenho produtivo de frangos de corte permite quantificar a eficiência das técnicas utilizadas durante a criação (MAIA; TEIXEIRA; PESSOA, 2010). É realizada a partir de índices zootécnicos como: consumo de ração, ganho de peso total, conversão alimentar, peso vivo médio e taxa de mortalidade do lote (CARVALHO, 2009).

Para garantir o adequado desempenho produtivo é necessário o constante acompanhamento dos índices zootécnicos, desde a chegada dos pintainhos ao aviário, até o momento do carregamento destes para o abate (CARVALHO, 2009). O acompanhamento dos índices zootécnicos fornece parâmetros para a definição de ações corretivas que possibilitem a melhoria do desempenho produtivo (MAIA; TEIXEIRA; PESSOA, 2010).

O presente estudo foi realizado com o objetivo de determinar o desempenho produtivo de três lotes de frangos de corte e identificar os possíveis fatores associados ao baixo desempenho produtivo desses.

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Avaliação do desempenho produtivo de frangos de corte

O desempenho produtivo de frangos de corte pode ser avaliado por meio de índices como o índice de eficiência produtiva (IEP). Conforme apresentado por Wilbert (2011), o IEP leva em consideração o peso vivo médio final, a viabilidade, a idade de abate e a conversão alimentar (CA) do lote e pode ser calculado utilizando-se equação 1:

$$IEP = \left( \frac{\text{Peso vivo médio} \times \text{viabilidade}}{\text{Idade de abate} \times CA} \right) \times 100 \quad (1)$$

Em que:

Peso vivo médio do lote = peso médio (em kg) no momento do abate;

Idade de abate = período (dias) compreendido entre as datas de alojamento e de retirada dos frangos para o abate.



A viabilidade do lote (%) é determinada utilizando-se a equação 2, realizando-se a distinção entre frangos refugados e mortos.

$$Viabilidade = 100 - (Frangos refugados + TM) \quad (2)$$

TM corresponde à taxa de mortalidade do lote (em %) e é determinada pela relação entre a quantidade de frangos mortos e a quantidade de frangos alojados, conforme apresentado na equação 3.

$$TM = \frac{\text{Número de frangos mortos}}{\text{Número de frangos alojados}} \times 100 \quad (3)$$

A CA é obtida por meio da divisão do consumo de ração do lote (kg) pelo peso total do lote (kg) no momento de retirada dos animais para o abate, conforme apresentado na equação 4. De acordo com Wilbert (2011), a ração consumida pelos frangos que morreram durante a criação também deve ser contabilizada.

$$CA = \frac{\text{Consumo de ração do lote}}{\text{Peso total do lote}} \quad (4)$$

## 2.2 Diagrama de Ishikawa

Para a identificação das causas de um determinado problema existem algumas ferramentas da qualidade que podem auxiliar no diagnóstico, como o Diagrama de Ishikawa. No presente artigo, esta ferramenta foi utilizada para a identificação e apresentação das possíveis causas associadas ao baixo desempenho produtivo dos lotes.

O Diagrama de Ishikawa apresenta, visual e graficamente, os potenciais fatores associados aos problemas ocorridos e seus efeitos que impactam diretamente na qualidade do que é produzido, sendo uma ferramenta que contribui para o aperfeiçoamento do processo (CARPINETTI; FAESARELLA; SACOMANO, 2004; SABINO, 2015). Utilizando o Diagrama, é possível obter uma maior eficiência na detecção de problemas e uma melhor condição de agir sobre eles (REZENDE, 2015).

Segundo Carpinetti, Faesarella e Sacomano (2004), a identificação das causas do problema pode ser feita dentro dos 6M's que são: mão de obra – fatores relacionados à falha humana ou às pessoas; material – fatores relacionados aos componentes, insumos ou matérias-primas; máquina – fatores relacionados aos equipamentos; método – fatores relacionados aos métodos; meio ambiente – fatores relacionados ao meio/local; medição – fatores relacionados ao controle e monitoramento do processo.

## 3 | MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo de caso foi realizado em uma propriedade rural localizada no município de São João, Sudoeste do Estado do Paraná no período de Outubro de 2015 a Fevereiro de 2016. O sistema adotado para a produção dos frangos de

corte é integrado, no qual a cooperativa estabelece os parâmetros e as normas para a produção dos frangos e fornece a assistência técnica e os insumos necessários à produção. O aviário possui 150 m de comprimento e 24 m de largura, totalizando 3.600 m<sup>2</sup>, possui exaustores, nebulizadores, comedouros e bebedouros automatizados, campânulas e piso de concreto.

Foram avaliados os desempenhos produtivos de três lotes de frangos, durante um período aproximado de 45 dias cada lote. Antes da instalação de cada lote, o aviário foi limpo e mantido sem a presença de animais por pelo menos 10 dias. Dois dias antes da chegada dos pintainhos foi realizada a desinfecção dos equipamentos e do aviário e, duas a três e horas antes do alojamento, verificados o funcionamento dos equipamentos e realizado o abastecimento de bebedouros e comedouros.

Na chegada dos pintainhos, após a contagem dos animais nas caixas, foram separados os que apresentavam pernas, cabeças e olhos defeituosos e aspecto de inviabilidade de sobrevivência (refugo).

Para cada lote foram anotados, pelo avicultor, em fichas de controle fornecidas pela Cooperativa e de preenchimento obrigatório, o número e o peso dos pintainhos, número de mortes diárias, causas das mortes, peso dos frangos a cada sete dias, quantidade de ração consumida, medicamentos utilizados, datas das visitas do Médico Veterinário, pessoas que tiveram acesso ao aviário, quantidade de água consumida, idade do lote, número de animais retirados para o abate, número de refugados e peso vivo médio (final) dos frangos.

Posteriormente, foram determinados para cada lote: a viabilidade, a taxa de mortalidade (semanal e ao final da criação), a conversão alimentar e o índice de eficiência produtiva, utilizando-se as equações 2, 3, 4 e 1, respectivamente.

Para a análise dos valores de conversão alimentar, taxa de mortalidade e peso vivo médio final foram considerados os valores estabelecidos pela Cooperativa, que se referem aos dados do final da criação, conforme Quadro 1. Para a avaliação das taxas de mortalidade semanais considerou-se os valores descritos por Mendes e Patrício (2004) de até 0,8% na primeira semana e de até 0,5% a partir da segunda semana.

Peso vivo médio final (Kg)	Conversão alimentar	Taxa de mortalidade (%)
2,30 a 3,00	1,50 a 1,60	4,00

Quadro 1 – Valores adotados pela Cooperativa.

Para a análise do IEP foram considerados os valores apresentados por Carneiro *et al.* (2004), conforme apresentado no Quadro 2. De acordo com os autores valores superiores a 250 são considerados excelentes.

IEP					
<200	200<220	220<230	230<240	240<250	>250
Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Ótimo	Excelente

Quadro 2 – Classificação do Índice de Eficiência Produtiva (IEP).

Fonte: Carneiro *et al.* (2004).

O Diagrama de Ishikawa foi utilizado para a identificação e apresentação das possíveis causas associadas ao baixo desempenho produtivo de cada lote. Para a identificação das possíveis causas foi realizada reunião com o produtor rural utilizando-se a ferramenta *brainstorming*.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Idade de abate, peso vivo médio, conversão alimentar e taxa de mortalidade dos lotes

Os resultados referentes à idade de abate, peso vivo médio final, conversão alimentar e taxa de mortalidade dos três lotes estão apresentados na Tabela 1.

Lote	Idade de abate (dias)	Peso vivo médio (kg)	CA	TM (%)
1 (Machos)	42	2,71	1,53	5,28
2 (Fêmeas)	45	2,83	1,60	2,06
3 (Machos)	43	3,00	1,42	6,80
Média	43,3	2,84	1,51	4,71

Tabela 1 – Idade de abate, peso vivo médio, conversão alimentar e taxa de mortalidade de três lotes de frango de corte.

A idade de abate dos lotes variou entre 42 e 45 dias e o peso vivo médio (final) entre 2,71 e 3,00 kg (Tabela 1) e manteve-se entre os valores estabelecidos pela Cooperativa, de 2,30 a 3,00 kg (Quadro 1).

A CA variou entre 1,42 e 1,60 e, para os lotes 2 e 3, permaneceu dentro dos valores estabelecidos pela Cooperativa (1,50 a 1,60). Segundo Wilbert (2011) a CA é o índice zootécnico que mais influencia o IEP, sofrendo grande influência do ambiente de criação.

Os lotes 1, 2 e 3 apresentaram, respectivamente, TM de 5,28, 2,06 e 6,80% ao final da criação. Sendo os valores dos lotes 1 e 3 superiores ao recomendado pela Cooperativa, que é de 4,0% (Quadro 1).

A Figura 1 apresenta os valores de TM a cada semana. Observa-se que houve uma elevada taxa de mortalidade em todos os lotes na primeira semana (superior a 0,8%). Os valores obtidos foram de 2,52, 0,96 e 3,72% respectivamente, para os lotes 1, 2 e 3.

Na segunda semana o lote 1 apresentou TM elevada de 0,81% já os lotes 2 e 3 apresentaram taxas inferiores a 0,5% (0,18 e 0,30%, respectivamente).

Na terceira, quarta e quinta semanas a taxa de mortalidade permaneceu ideal nos três lotes, com valores inferiores a 0,5%. No entanto, na sexta semana, as taxas de mortalidade foram elevadas para os lotes 1 e 3 (1,07 e 1,99%, respectivamente).

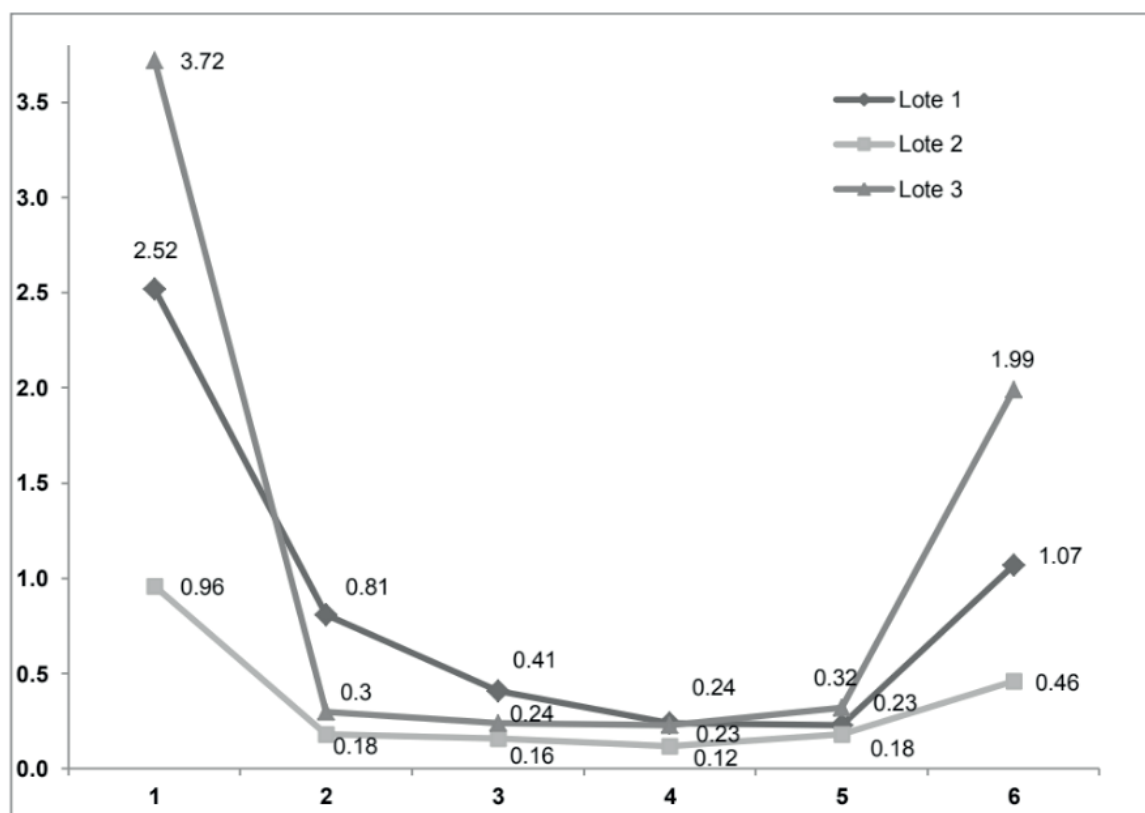


Figura 1 – Taxa de mortalidade dos lotes por semana.

## 4.2 Índice de Eficiência Produtiva (IEP)

Os valores do IEP estão apresentados na Tabela 2. O IEP dos lotes variou de 384,9 a 457,8 (Tabela 2). Conforme Carneiro *et al.* (2004) valores de IEP superiores a 250 são considerados excelentes. O IEP é utilizado para remuneração do produtor a cada lote entregue à Cooperativa.

	Lote		
	1	2	3
Peso vivo (kg)	2,71	2,83	3,00
Taxa de mortalidade (%)	5,28	2,06	6,80
Viabilidade (%)	94,72	97,94	93,20
Idade (dias)	42	45	43
Conversão alimentar	1,53	1,60	1,42
IEP	399,4	384,9	457,8

Tabela 2 – Peso vivo, TM, viabilidade, idade e CA dos três lotes de frangos de corte.

Apesar da elevada taxa de mortalidade em algumas fases da criação,

principalmente para os lotes 1 e 3, o IEP foi excelente devido, provavelmente, à melhor conversão alimentar desses lotes, pois, esse parâmetro, conforme relatado por Wilbert (2011) exerce maior influência sobre o IEP.

A fim de identificar as possíveis causas da elevada taxa de mortalidade foi elaborado o Diagrama de Ishikawa.

#### 4.3 Possíveis causas da elevada taxa de mortalidade

As possíveis causas associadas à elevada taxa de mortalidade estão apresentadas na Figura 2.

O produtor relatou que, no início da criação, a mortalidade é uma variável de difícil controle e que seria importante solicitar ao fornecedor dos pintainhos, um estudo sobre a qualidade dos mesmos. A morte dos pintainhos, de acordo com Leandro *et al.* (2006), pode estar associada à variabilidade na qualidade desses que, se originados de matrizes jovens, eclodem com baixo peso, apresentando dificuldade de desenvolvimento.

Outra possível causa relatada pelo produtor foi a ocorrência de falhas no controle da temperatura no aviário.

Segundo Karkow (2015), dependendo da densidade de frangos por m<sup>2</sup>, variações climáticas podem causar alta mortalidade em períodos de temperaturas elevadas e redução no desempenho produtivo em períodos que as temperaturas estão fora da faixa de conforto térmico, assim, instalações que permitam o controle da ambiência são fundamentais para manter o conforto térmico.

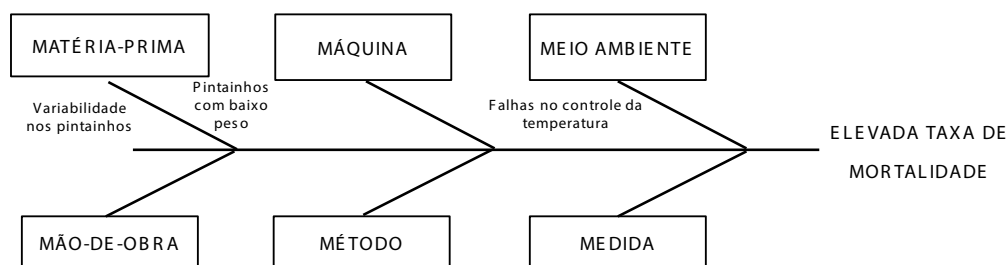


Figura 2 – Diagrama de Ishikawa – Possíveis causas da elevada taxa de mortalidade.

No final da criação, a elevada taxa de mortalidade pode ocasionar piora na conversão alimentar do lote e, conseqüentemente, no IEP, pois, os frangos mortos terão consumido uma quantidade significativa de ração, no entanto, isso não foi observado no presente estudo.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os índices de eficiência produtiva dos lotes foram satisfatórios, apesar da elevada taxa de mortalidade de alguns deles em algumas fases da criação. Entre as possíveis causas associadas à elevada taxa mortalidade estão a variabilidade na qualidade e no

peso dos pintainhos e falhas no controle da temperatura.

A análise do desempenho produtivo é importante para o produtor e para a cooperativa integradora, pois, possibilita identificar o resultado dos fatores de produção e do manejo realizado no alojamento dos frangos e se o desempenho está adequado ou não.

## REFERÊNCIAS

- CARNEIRO, S. L. *et al.* **Redes de referências para agricultura familiar do estado do Paraná.** Paraná: Londrina, 2004. Disponível em: <[http://www.emater.pr.gov.br/Redesrefer/RM\\_AviculturaCorte\\_N.pdf](http://www.emater.pr.gov.br/Redesrefer/RM_AviculturaCorte_N.pdf)>. Acesso em 03 de agosto de 2016.
- CARPINETTI, L. C. R.; FAESARELLA, I. S.; SACOMANO, J. B. **Gestão da Qualidade: Conceitos e Ferramentas.** São Carlos: EESC - USP, 2004. 131 p.
- CARVALHO, J. C. C. **Desempenho e características de carcaças de frango de corte alimentados com dieta à base de milho e farelo de soja suplementadas com complexos enzimáticos.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 38, n. 2, fev. 2009.
- KARKOW, K. L. **Perdas produtivas em frangos de corte devido variações de temperatura, umidade e altitude no Rio Grande do Sul.** 2015. 92 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- LEANDRO, N. S. M. *et al.* **Influência do peso inicial de pintos de corte sobre o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos e a viabilidade econômica da produção.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 35, n. 6, p.2314-2321, dez. 2006.
- MAIA, R.; TEIXEIRA, L.; PESSOA, G. **Aprenda mais sobre avicultura** - Portal Suínos e Aves, 2010. Disponível em <<http://www.portalsuinoeaves.com.br/aprenda-mais-sobre-avicultura-frango-de-corte-com-os-professores-do-cpt-cursos-presenciais/>>. Acesso em 01 Mar. 2015.
- MENDES, A. A.; PATRÍCIO, I. S. Controles, registros e avaliação do desempenho de frangos de corte. In: MENDES, A.A.; NAAS, I.A.; MACARI, M. **Produção de frangos de corte.** Campinas: FACTA, 2004. p.328.
- REZENDE, F. **Diagrama de espinha de peixe**, 2015. Disponível em: <<http://www.gestaoporprocessos.com.br/diagrama-de-espinha-de-peixe-ishikawa/>> Acesso em 22 de Mar. de 2016.
- SABINO, G. **Solução de problemas com o diagrama de causa e efeito**, 2015. Disponível em: <<http://www.radardeprojetos.com.br/2015/10/solucao-de-problemas-com-o-diagrama-de.html>> Acesso em 22 de Mar. de 2016.
- WILBERT, A, C. **Desempenho zootécnico**, 2011. Agência Embrapa de informação tecnológica. Disponível em <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/frango\\_de\\_corte/arvore/CONT000gkr3tep702wx5ok0wj9yquhfcpg9w.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/frango_de_corte/arvore/CONT000gkr3tep702wx5ok0wj9yquhfcpg9w.html)> Acesso em 20 Jun. 2018.



## DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NOS CURTUMES DO CEARÁ

**Nayana de Almeida Santiago Nepomuceno**

Instituto Federal do Piauí - IFPI

**Marilângela da Silva Sobrinho**

Superintendência Estadual do Meio Ambiente

**Ana Lúcia Feitoza Freire Pereira**

Instituto Federal do Ceará – IFCE

**Jamily Murta de Sousa Sales**

Companhia de Água e Esgoto do Ceará -  
CAGECE

**RESUMO:** Os curtumes possuem alto potencial poluidor, devendo ser monitorados com diligência. Este estudo apresenta um diagnóstico do atual gerenciamento dos resíduos sólidos dos curtumes do Ceará, com foco na problemática de destinação final dos resíduos. O estudo foi composto por duas etapas. Na primeira etapa, utilizou-se de dados de origem secundária para caracterizar o setor de curtume. A segunda etapa consistiu na busca de dados primários obtidos através de visita a curtumes. Diante dos resultados encontrados, constatou-se que os curtumes do Ceará possuem dificuldades para destinar corretamente os resíduos gerados. Alguns curtumes estão encaminhando seus resíduos aos lixões, condenados pela Política Nacional de Resíduos Sólidos. A falta de sensibilidade ambiental é um dos entraves para a gestão correta dos resíduos. Constatou-se ainda que as empresas com Sistema de Gestão

Ambiental apresentam melhores resultados no gerenciamento dos resíduos sólidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Curtume, Resíduos Sólidos, Gestão Ambiental.

**ABSTRACT:** Tanneries have high polluting potential and should be monitored with diligence. This study presents a diagnosis of the current solid waste management of the tanneries of Ceará, focusing on the problem of final disposal of waste. The study was composed of two stages. In the first stage, secondary source data were used to characterize the tannery sector. The second stage consisted in the search of primary data obtained through visits to tanneries. In view of the results found, it was observed that the tanneries of Ceará have difficulties to correctly destine the generated residues. Some tanneries are sending their waste to the dumps, condemned by the National Policy of Solid Waste. The lack of environmental sensitivity is one of the obstacles to the correct management of waste. It was also verified that the companies with Environmental Management System present better results in solid waste management.

**KEYWORDS:** Tannery, Solid Waste, Environmental Management.

## 1 | INTRODUÇÃO

A produção de couros no Brasil é uma atividade industrial antiga, iniciada no sul do país, no final do século XVII, introduzida como um apêndice do setor de pecuária, voltado para as necessidades da indústria calçadista. Atualmente, a indústria do couro, adquiriu maturidade e possui importância própria. Os principais destinos do couro exportado são as indústrias automobilística (60%), calçadista (25%) e os segmentos de artefatos e vestuários (15%) (CICB, 2007).

Segundo dados do Centro das Indústrias de Curtumes do Brasil (CICB, 2013), nos últimos dois anos e em 2013, entre o período de janeiro a junho, o Ceará permaneceu entre os cinco principais estados exportadores de couros e peles, contribuindo no último semestre com 7,7%, 18.582 toneladas, do curtume total exportado.

Desde o abandono da agricultura autossuficiente empregado no Feudalismo para a adoção do modelo de produção capitalista, efetivado após a Revolução Industrial no século XVIII, o incentivo ao consumo de produtos industriais, bem como a absorção dos mesmos pela sociedade, tem sido cada vez maior.

Diante deste novo modelo de consumo, o setor primário acelera o ritmo de produção visando suprir a pressão exercida pela demanda de produtos, tendo como consequência maior geração de resíduos, sejam eles sólidos, líquidos ou gasosos.

A indústria coureira gera diversos resíduos sólidos, como aparas, serragem, pós de couro, bombonas, papelão, tambores metálicos e lodos, provenientes do tratamento de efluentes líquidos.

Dentre os resíduos gerados, a maior preocupação deste setor se concentra nos resíduos originados no processo de curtimento de couros ao cromo hexavalente, componente tóxico. A presença deste composto nos resíduos classifica-os como resíduos perigosos, classe I, segundo a NBR 10.004/2004.

Existem leis que orientam para o correto gerenciamento dos resíduos sólidos nas três esferas de governo, municipal, estadual e federal. Em 1999 o município de Fortaleza estabeleceu normas de responsabilidade sobre a manipulação de resíduos produzidos em grande quantidade através da Lei 8.408. Em 2001 a lei 13.103 institui a PERS - Política Estadual de Resíduos Sólidos do estado do Ceará.

A recente Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, institui no Brasil PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos. A PNRS colocou em pauta questões importantes e inovadoras, como a obrigatoriedade de se realizar a logística reversa, e estabeleceu responsabilidades e prazos para tomadas de decisões, com penalidades em caso de descumprimento.

A indústria de Curtume encaminha a maior parte dos seus resíduos para os Aterros Sanitários, porém, quando os mesmos localizam-se em áreas distantes, a alternativa mais fácil de disposição final é o Lixão.

O Aterro Sanitário Metropolitano Oeste de Caucaia (ASMOC) recebe os resíduos de Fortaleza, dentre outros municípios vizinhos, porém o ASMOC já se encontra com a

vida útil ultrapassada, e esta é a realidade da maioria dos aterros sanitários do Ceará. Diante deste quadro, devem ser pensadas novas alternativas de destino final, até para os resíduos que se permite enviar para o aterro sanitário, visando aumenta seu tempo de vida útil.

Quanto aos lixões, a PNRS solicita, no artigo 17, a elaboração de planos estaduais de resíduos sólidos, os quais devem ter como principal meta a eliminação e recuperação de lixões.

Este estudo apresenta um diagnóstico do gerenciamento dos resíduos sólidos gerados nos curtumes do Ceará, oferecendo alternativas para a gestão dos resíduos, a fim de minimizar os impactos ambientais causados pelos mesmos.

## 2 | METODOLOGIA

A primeira etapa da pesquisa consistiu na caracterização do setor de curtume e identificação da problemática dos resíduos sólidos gerados durante o processo produtivo. Nesta fase os dados utilizados foram de origem secundária, obtidos através de consultas a legislação, livros, artigos científicos e sítios da internet relacionados com a atividade de curtume e a geração de resíduos sólidos.

Conforme apresentado na tabela 01, no estado do Ceará há quatro atividades que estão correlacionadas com a indústria do couro, formando um total de 19 empresas cadastradas no setor de licenciamento da Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE.

RELAÇÃO DE EMPRESAS DE CURTUME POR TIPO DE ATIVIDADE	
DESCRIÇÃO ATIVIDADE	QUANTIDADE
Acabamento de couros e peles	1
Curtume e outras preparações de couros e peles	5
Fabricação de artefatos diversos de couros e peles	15
Secagem e Salga de Couros e Peles	1

Tabela 01 – Atividades das empresas de curtumes do Ceará e respectivas quantidades.

Fonte – SEMACE, 2012.

Segundo SEMACE (2012), os municípios do estado do Ceará que possuem as atividades supracitadas são Barbalha, Cascavel, Juazeiro do Norte, Maranguape, Maracanaú, Pacatuba, Quixeramobim, Pentecoste, Aracati, Cariré, Fortaleza, Sobral e Guaiúba.

Embora existam dezenove empresas relacionadas com curtume no Ceará, durante a segunda etapa da pesquisa foram visitadas oito empresas para obtenção de dados primários, devido à dificuldade encontrada de locomoção, diante da distância e por vezes endereços incorretos.

Dentre as empresas visitadas foi possível observar a necessidade de dividir

o campo de estudo em dois grupos distintos, a saber: as empresas que utilizam a pele como matéria prima e as empresas que possuem como matéria prima o couro já curtido.

Portanto, o campo de estudo deste trabalho serão as empresas que possuem como matéria prima a pele. Salientamos que para este critério foram realizadas visitas a quatro empresas, duas com a atividade “Fabricação de artefatos diversos de couros e peles” e duas com a atividade “Curtume e outras preparações de couros e peles”.

Durante as visitas, realizadas no período de outubro e novembro de 2012, foi preenchido formulário sobre o gerenciamento dos resíduos sólidos. O formulário apresentava lacunas para o preenchimento dos seguintes dados: resíduos sólidos gerados, classes segundo a NBR 10004/2004 e destino final.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Processo Produtivo dos Curtumes

O processo completo de transformação da pele em couro, o curtimento, começa com a esfola e passa pelas fases apresentadas na figura 01, até chegar às lojas de beneficiamento para a fabricação dos diversos artefatos, como bolsas e sapatos.

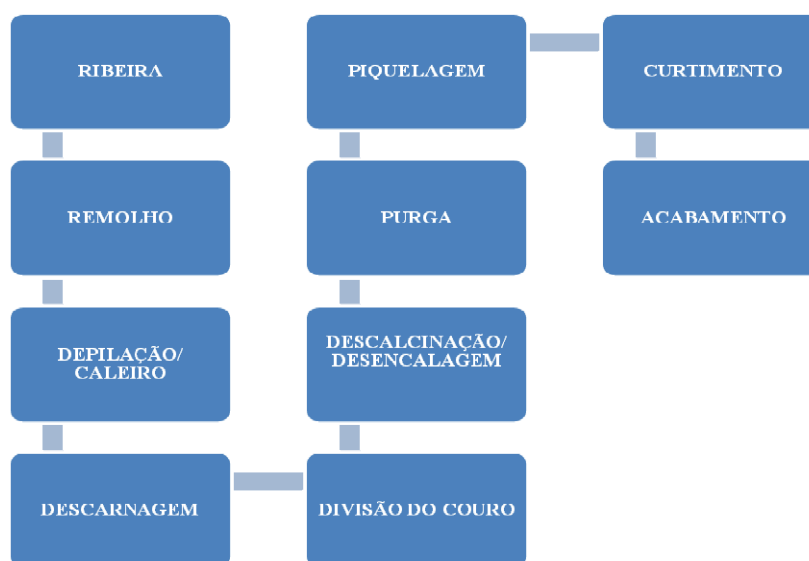


Figura 01 – Fluxograma mostrando as etapas do curtimento.

Fonte: adaptado BRAILE, 1993.

Após a esfola as peles são lavadas e escovadas do lado carnal visando impedir a proliferação de microorganismos (BRAILE, 1993).

Quando o tempo entre o abate e o processamento das peles para curtimento é menor que 12 horas, dependendo da temperatura, não se faz necessário pré-tratamento. Neste caso a pele é denominada “verde”, e passa somente por lavagem

para tirar o sangue, e seu peso é de 35-40 kg por unidade (PACHECO, 2005).

Entretanto, se houver necessidade de um tempo superior a 12 horas para iniciar o processo de curtimento, as peles devem passar pela “cura”. Na cura, também chamada de salga seca, as peles são empilhadas, intercalando-se camadas de sal entre elas, o que provoca a desidratação parcial do couro, aumentando a resistência aos microorganismos (PACHECO, 2005 e BRAILE, 1993).

Antes do empilhamento em camadas as peles podem ainda, ser imersas em salmoura forte (23-24° Bé) durante dezesseis a vinte horas visando maior conservação (BRAILE, 1993).

### 3.2 Diagnósticos do Gerenciamento dos Resíduos Sólidos no Ceará

O processo de curtimento ao cromo gera grandes quantidades de efluentes líquidos e resíduos sólidos contaminados, aspecto, que se não gerenciados corretamente podem causar acentuada degradação ambiental (ABREU, 2006).

Os curtumes possuem resíduos sólidos perigosos e não perigosos, classificando-se segundo a segundo NBR 10.004 em classe IIA (não inertes), IIB (inertes) e classe I (perigosos). Segundo a Lei 12.305/2010, artigo 13, inciso II, os resíduos perigosos são aqueles que: Em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam elevado risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica (BRASIL, 2010).

Os resíduos de curtumes são ricos em sais de cromo, metal pesado utilizado na etapa de curtimento do couro. O cromo apresenta-se no estado trivalente, podendo ser potencialmente oxidado a cromo hexavalente, facilmente solúvel e tóxico (ABREU, 2006).

Durante as visitas aos curtumes foi possível verificar que os resíduos da classe I eram segregados e armazenados em galpão coberto com piso impermeável. O acondicionamento da maior parte dos resíduos da classe I era a granel, excetuando resíduos de lâmpadas e os resíduos contaminados com cromo que eram acondicionados em caixas e sacos plásticos, respectivamente.

Os resíduos classes IIA e IIB eram armazenados em local coberto com piso impermeável e acondicionados em sacos plásticos. Entretanto os resíduos de madeira (pallets) eram acondicionados a granel e em muitos casos armazenados inadequadamente, em local aberto.

Na tabela 02 estão listados os resíduos sólidos presentes nos curtumes estudados, as respectivas classes (segundo a NBR 10.004/2004), e os destinos finais verificados. A tabela 02 também contém uma coluna com sugestões de destinos finais corretos.

RESÍDUO	CLASSE	DESTINO FINAL	DESTINO FINAL ADEQUADO
---------	--------	---------------	------------------------

Couro residual “wet blue”	CLASSE I	Aterro Sanitário ou lixão	Reciclagem e aterro industrial
Solvente	CLASSE I	Co-processamento	Co-processamento
Lâmpadas	CLASSE I	Aterro Sanitário ou lixão e Logística reversa	Logística reversa ou Descontaminação
Papelão das embalagens, Tambores metálicos e Baldes plásticos contaminados	CLASSE I	Reutilização, Reciclagem, Aterro Sanitário ou lixão, Logística reversa	Logística reversa e aterro industrial
Apara de pele, pêlos e carnaça	CLASSE IIA	Reciclagem, Aterro Sanitário ou lixão	Reciclagem ou Aterro sanitário
Tambores metálicos, Madeira (pallets), Bombonas e baldes de Plástico	CLASSE IIB	Reutilização, Reciclagem, Aterro Sanitário ou lixão	Reutilização, Reciclagem, Aterro Sanitário

Tabela 02 – Resíduos gerados e respectivos destinos finais.

Fonte – Dados da pesquisa.

As empresas de pequeno porte enviam seus resíduos classe IIA e IIB para o aterro sanitário, quando presente na região, caso contrário os resíduos são encaminhados ao lixão.

Observou-se que o destino final dos resíduos das empresas que possuíam Sistema de Gestão Ambiental - SGA era a reciclagem, para os resíduos das classes IIA e IIB, e a logística reversa e coprocessamento, para os resíduo classe I.

As empresas com SGA apresentaram destino final adequado para seus resíduos da classe I, porém as empresas com menor porte enfrentam dificuldades para dispor seus resíduos corretamente.

Os resíduos contaminados com cromo, classe I, das indústrias de curtume não podem ser encaminhados aos lixões, como foi verificado em algumas empresas, pois a disposição inadequada desses resíduos pode ocasionar vários danos ao meio ambiente, como a contaminação do lençol freático e do solo.

A principal dificuldade das empresas consiste em encontrar no estado do Ceará empresa licenciada para receber resíduos perigosos. A maior parte dos municípios não possui aterro sanitário e aterro industrial. Os incineradores também são ausentes, além do alto custo de incineração dos resíduos. A única alternativa local são os lixões, condenados pela Política Nacional de Resíduos Sólidos.

A alternativa para essa problemática pode ser os consórcios municipais, para construção de aterros intermunicipais. A implantação de um SGA também contribuiria para auxiliar nas tomadas de decisões das empresas, inserindo nas pautas das reuniões formas alternativas para destinação dos resíduos, visando minimizar os impactos ambientais, como fazer parceria com outras empresas da região para transportar os



resíduos até o destino final correto.

### 3.3 Alternativas de Destino Final

#### 3.3.1 *Resíduos contaminados com cromo*

Os resíduos contaminados com cromo são visto como um grande problema para a indústria de curtume, porém, há estudos que propõem a reciclagem do resíduo de cromo do processo químico de precipitação primária para sua utilização como pigmentos cerâmicos (ABREU, 2006).

Salientamos que a logística reversa, é uma ótima alternativa para a correta disposição final dos resíduos contaminados com cromo, que consiste na devolução do resíduo contaminado ao fabricante após o consumo do produto.

#### 3.3.2 *Couro residual “wet blue”*

Na etapa de curtimento utiliza-se o cromo para obtenção do couro wet blue, porém, os resíduos gerados nesta etapa, aparas, classificam-se como classe I, resíduos perigosos, não podendo ser destinado a aterros sanitários, pois, podem contaminar a água e o solo através do lixiviamento do cromo. Diante desta problemática, diversos estudos estão sendo realizados buscando uma solução economicamente viável e ambientalmente correta.

Dallago (2005) utilizou o couro residual “wet blue” como material adsorvente de corantes têxteis em soluções aquosas; e observou que o resíduo apresenta elevada capacidade de adsorção, similar à do carvão ativado, adsorvente comumente empregado para o tratamento de efluentes têxteis, além de não poluir o meio aquoso por possível lixiviação do cromo.

Os resíduos curtidos, aparas e pó de rebaixadeira, também podem empregados como isolante acústico e térmico ou em paredes divisórias (PACHECO, 2005).

#### 3.3.3 *Pêlos, Aparas frescas e Carnaça*

Os pêlos podem ser usados como material de enchimento, mantas filtrantes e pincéis. As aparas frescas e carnaça podem ser utilizadas na fabricação de gelatina, cola e compostagem, dentre outros. Já as aparas retiradas da divisão após o caleiro podem ser aproveitadas para produção de brinquedos para cachorros e alimento para animais de estimação (PACHECO, 2005).

#### 3.3.4 *Lodo*

O lodo gerado durante o tratamento do efluente é rico em cromo, e quando utilizado na agricultura pode apresentar riscos às águas subterrâneas e impactar negativamente as culturas.

Ferreira (2003) avaliou os efeitos da adição de lodo de curtume no solo, concluindo que os rendimentos de soja e milho foram semelhantes à adição de fertilizantes, entretanto, houve aumento significativo nos teores de Cr presente no solo.

A Revista Brasileira de Ciência do solo publicou o estudo “Crescimento e acúmulo de cromo em alface cultivada em dois latossolos tratados com  $\text{CrCl}_3$  e resíduos de curtumes”, no qual observou-se que é inviável usar o lodo da indústria de curtume na agricultura.

O cromo está presente nos resíduos de curtumes na forma trivalente, de difícil assimilação pelas plantas, porém, dependendo das condições ao qual seja submetido poderá ser oxidado a  $\text{Cr}^{6+}$  (AQUINO, 2000).

Segundo Aquino (2000), além da concentração de cromo na parte aérea das plantas ter aumentado, o fator mais limitante encontrado foi o alto teor de sais presente no lodo, que aumentou a condutividade elétrica provocando inibição do crescimento e até a morte das plantas. Portanto, não é indicado o uso na agricultura do lodo contaminado com cromo, entretanto pode se reaproveitar o lodo para curtimento e recurtimento (PACHECO, 2005).

#### 4 | CONCLUSÃO

Durante o presente estudo foi possível perceber que a falta de sensibilidade ambiental de alguns curtumes é o maior entrave, pois, diante das dificuldades para encontrar um local de destinação correta dos seus resíduos, os responsáveis pelos curtumes tendem a dispor seus resíduos de forma incorreta, podendo causar vários danos ao meio ambiente, como a poluição das águas e solos por resíduo perigoso.

Observou-se também empresas que se preocupavam somente em atender a legislação ambiental, não realizando maiores esforços em busca de alternativas mais eficientes, como por exemplo: ao invés de optar pela reciclagem, encaminhavam seus resíduos para o aterro sanitário.

Diante do exposto, é notória a necessidade de fiscalização por parte dos órgãos ambientais e da sociedade civil, para que as empresas de curtumes cumpram com a legislação vigente e gerencie de forma correta seus resíduos gerados.

As empresas que possuíam um SGA apresentaram-se mais preocupadas com o gerenciamento dos seus resíduos, buscando alternativas que vão além do atendimento a legislação, mostrando assim que o uso de uma ferramenta de gestão ambiental auxilia na formação da sensibilidade ambiental empresarial.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, Míriam Antonio de. **Reciclagem do Resíduo de Cromo da Indústria do Curtume como Pigmentos cerâmicos**. Universidade de São Paulo – USP. Engenharia de Materiais. 2006.
- AQUINO NETO, V.; CAMARGO, O. A. **Crescimento e Acúmulo de Crômio em Alface Cultivada em dois Latossolos Tratados com CrCl<sub>3</sub> e Resíduos de Curtume**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 24, núm. 1, 2000, pp. 225-235. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, Brasil.
- BRAILE, Pedro Marcio. CAVALCANTE, José Eduardo W. A. **Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais**. Cetesb. 764p. São Paulo, 1993.
- BRASIL. LEI Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a **Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
- CASTILHOS, D. D.; TEDESCO, M. J. **Rendimentos de Culturas e Alterações Químicas do Solo Tratado com Resíduos de Curtume e Crômio Hexavalente**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 26, núm. 4, 2002, pp. 1083-1092. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo Viçosa, Brasil. Acesso em: 14 de agosto de 2012. Disponível em: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=180218306027>.
- CEARÁ. Lei Nº 13.103, de 24 de Janeiro de 2001. **Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos**.
- CICB – Centro das Indústrias de Curtumes do Brasil. **Exportações Brasileiras de Couros e Peles**. Acesso em: 27 de julho de 2013. Disponível em: <http://www.cicb.org.br/?p=10032>. 2013.
- CICB – Centro das Indústrias de Curtumes do Brasil. **O Brasil e o Mercado Mundial do Couro**. Acesso em: 27 de julho de 2013. Disponível em: [http://www.cicb.org.br/?page\\_id=9969](http://www.cicb.org.br/?page_id=9969). Brasília: 2007.
- DALLAGO, Rogério Marcos; SMANIOTTO, Alessandra; e OLIVEIRA, Luiz Carlos Alves de. **Resíduos Sólidos de Curtumes como Adsorventes para a Remoção de Corantes em Meio Aquoso**. Quim. Nova, Vol. 28, No. 3, 433-437, 2005.
- PACHECO, José Wagner Faria. Curtumes (Série P + L). 76 p. (1 CD) : il. ; 30 cm. São Paulo: CETESB, 2005. Acesso em: 14 de agosto de 2012. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>.
- PIMENTA, Handson Cláudio Dias; MACEDO, Sérgio Luiz; e JÚNIOR, Sérgio Marques. **Gestão de resíduos sólidos industriais: um estudo sobre a caracterização dos resíduos gerados em uma indústria de couros em Natal- RN**. XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção - Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de out de 2003.
- S. FERREIRA, F. A. O. CAMARGO, M. J. TEDESCO & C. A. BISSANI. **Alterações De Atributos Químicos e Biológicos de Solo e Rendimento de Milho e Soja pela utilização de Resíduos de Curtume e Carbonífero**. Seção IX – Poluição do Solo e Qualidade Ambiental. R. Bras. Ci. Solo, 27:755-763, 2003.

## EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DA PROGESTERONA NA TAXA DE CONCEPÇÃO E RESSINCRONIZAÇÃO DE RECEPTORAS DE EMBRIÕES EM VACAS NELORE

### **Carina Cavichioli**

Unicesumar – Centro Universitário de Maringá  
Maringá – Paraná

### **Fábio Luiz Bim Cavalieri**

Docente, Unicesumar – Centro Universitário de  
Maringá  
Maringá – Paraná

### **Rafael Ricci Mota**

Unicesumar – Centro Universitário de Maringá  
Maringá – Paraná

### **Antonio Hugo Bezerra Colombo**

Docente, Unicesumar – Centro Universitário De  
Maringá  
Maringá – Paraná

### **Márcia Aparecida Andreazzi**

Docente, Unicesumar – Centro Universitário de  
Maringá  
Maringá – Paraná

### **Pedro Henrique Baeza**

Mestrando, Unicesumar – Centro Universitário de  
Maringá  
Maringá – Paraná

**RESUMO:** A Transferência de Embrião (TE) e a Produção in vitro (PIV) são ferramentas utilizadas que garante o melhoramento genético do rebanho juntamente com a suplementação de progesterona (P4). Assim, o objetivo desta pesquisa foi estudar o efeito da suplementação de progesterona (P4) no diestro na taxa de

concepção e na ressinchronização de receptoras Nelore, realizado dois experimentos. Para tal, utilizou-se vacas multíparas de raça nelore (n=396), onde foram divididas em dois tratamentos: tratamento 1 (n:132) (T1), grupo controle e tratamento 2 (n:137) aplicação do dispositivo intravaginal de progesterona no Dia 0 (D0) e posteriormente no Dia 9 (D9) da receptora, após a TE. O diagnóstico de gestação (DG) por ultrassonografia 30 dias após a TE. Os resultados mostraram que não houve efeito ( $P>0,05$ ) da suplementação de P4 em relação à taxa de concepção (controle 37,9%, tratamento 39,7%). Uma segunda avaliação foi realizada a partir dos animais com DG negativo do experimento anterior, avaliando a hipótese da ressinchronização dos animais. Formação do grupo controle, proveniente do resultado negativo do T1 do experimento 1 (n=69), para formação dos animais do grupo tratamento, foi procedente do grupo T2 do experimento 1 (n=74). Receptoras que apresentaram CL, receberam um embrião. O diagnóstico de gestação (DG) foi realizado 23 dias após a TE. Não houve diferença estatística entre os dois grupos para as taxas de concepção (T1: 22,2% vs T2: 35,7%,  $p>0,05$ ). Concluiu-se que, a suplementação de progesterona juntamente com a ressinchronização pode ser uma estratégia inovadora para a aplicação e compactação dos programas atuais de TE.

**PALAVRAS-CHAVE:** IATF; Nelore; Sincronização; Suplementação; TE.

**ABSTRACT:** Embryo transfer (TE) and in vitro production (PIV) are tools used to guarantee the genetic improvement of the herd together with progesterone supplementation (P4). Thus, the objective of this research was to study the effect of progesterone (P4) supplementation on the right at the conception rate and in the resynchronization of Nelore recipients, conducted two experiments. Nipple multiparous cows (n = 396) were used, where they were divided in two treatments: treatment 1 (n: 132) (T1), control group and treatment 2 (n: 137) application of the intravaginal device of progesterone on Day 0 (D0) and later on Day 9 (D9) of the receptor, after TE. The diagnosis of pregnancy (DG) by ultrasonography 30 days after TE. The results showed that there was no effect ( $P > 0.05$ ) of the P4 supplementation in relation to the conception rate (control 37.9%, treatment 39.7%). A second evaluation was performed from animals with negative DG of the previous experiment, evaluating the animal resynchronization hypothesis. Formation of the control group, coming from the negative result of T1 of experiment 1 (n = 69), for the formation of the animals of the treatment group, came from the T2 group of experiment 1 (n = 74). Receivers who presented LC, received an embryo. The diagnosis of gestation (DG) was performed 23 days after TE. There was no statistical difference between the two groups for conception rates (T1: 22.2% vs T2: 35.7%,  $p > 0.05$ ). It is concluded that progesterone supplementation along with resynchronization may be an innovative strategy for the application and compression of current TE programs.

**KEYWORDS:** IATF; Nelore; Synchronization; Supplementation; TE.

## INTRODUÇÃO

A pecuária de corte brasileira tem fundamental importância para a economia do país. Suas atribuições incluem, desde o fornecimento de alimentos para a população, bem como, a geração de emprego e renda (BRASIL, 2015). O Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do mundo, e encontra-se como o segundo maior produtor e o primeiro maior exportador na classificação mundial de carne bovina. A atividade de pecuária de corte, no Paraná, conta com 6,2 milhões de cabeças, distribuída em uma área de 5 milhões de ha, posicionando-se como o quarto maior Valor Bruto da Produção (VBP) (EMATER-PR, 2016).

O uso de biotecnologias vem sendo empregada em muitos países, onde os quais inseminam quase 100% de seus rebanhos bovinos. No entanto, no Brasil, nos últimos 10 anos, mesmo com o crescimento de mais de 50% da venda de sêmen, apenas 10% das fêmeas em idade reprodutiva são inseminadas (ASBIA, 2013). Diante da IA convencional, é possível promover o melhoramento genético. Entretanto, a sua utilização sempre foi dificultada, principalmente, pelos problemas relacionados à detecção de cio, anestro pós-parto prolongado e puberdade tardia (Baruselliet al.,

2006). Isso mostra que, de fato, ainda existe uma grande necessidade de se investir em novas biotecnologias que visam eficiência reprodutiva e o melhoramento genético, a fim de promover o desenvolvimento da pecuária nacional.

Dessa forma, buscando contornar tais impasses, outra opção de manejo que vem se destacando na atualidade é a ressincronização, ferramenta que já é amplamente utilizada em fazendas de leite em diversos países. Mas têm despertado o interesse de muitos técnicos e pesquisadores que trabalham com manejo reprodutivo de fêmeas de corte (Marques et al., 2012).

A sincronização, diferentemente da indução do estro consiste em encurtar ou prolongar o ciclo estral por meio de hormônios, induzindo a luteólise ou prolongando a vida do corpo lúteo (MORAES et al. 2001). Tal técnica consiste no uso do protocolo de Transferência de Embrião (TE), associado à suplementação de progesterona e à subsequente ressincronização das fêmeas vazias, ou seja, é a repetição do protocolo de TE nas fêmeas que não emprenharam no primeiro protocolo. Dentre as vantagens podemos citar a maximização do número de matrizes gestantes de TE no início da estação de monta e a possibilidade de reduzir o número de touros necessários ao repasse após a ressincronização.

Em relação aos hormônios esteróides, a progesterona é de extrema importância, pois esta relacionada ao estabelecimento e manutenção da gestação, bem como a preparação de um ambiente uterino ideal para a implantação do embrião. A mesma influência diretamente a secreção uterina de nutrientes e fatores de crescimento que são essenciais para o início do desenvolvimento embrionário. Esse melhor desempenho do embrião tem sido atribuído à redução da mortalidade embrionária na fase crítica do embrião (MANN & LAMMING, 1999).

Alguns tratamentos podem ser usados no intuito de aumentar a concentração de P4 após a TE, incluindo os que aumentam a secreção de P4 pelo corpo lúteo (CL) existente, os que induzem a formação de um CL acessório e os que aumentam a concentração sanguínea de P4 por meio da suplementação direta desse hormônio (P4).

No que diz respeito aos protocolos utilizados na ressincronização, deve-se utilizar o mesmo protocolo adotado na primeira TE. Lembrando que a escolha do protocolo deve ser feita levando em consideração a categoria animal trabalhada.

Juntamente com as novas técnicas abordadas, a Transferência de Embrião (TE) vem com intuito de expandir a bovinocultura brasileira, se dando um programa de melhoramento genético, buscando aperfeiçoar as características positivas desejáveis e permitindo a correção e uma posterior exclusão de variáveis negativas de um determinado animal, representando um grande avanço em qualidade e quantidade da produção, proporcionando grandes resultados aos pecuaristas.

Para a sincronização de tal, são necessárias inúmeras combinações hormonais, conhecidas como protocolos, permitem manipular o ciclo estral e a ovulação de fêmeas bovinas seguidas de transferência de embrião, cuja adoção rotineira depende do custo



e da aplicabilidade nas condições do campo, principalmente quando se dispõe de grande número de animais (LUCY et al., 2004).

De acordo com FERNADES (2001), a TE, da mesma maneira como outras técnicas utilizadas na reprodução de bovinos, tem suas vantagens, assim como suas limitações quanto a sua utilização. Dentre os pontos positivos, podemos citar a multiplicação rápida de um genótipo de qualidade, melhor transporte e estocagem do material genético, permite um controle de doenças transmitidas durante a monta natural, bem como pelo sêmen, sexagem embrionária, e a utilização de animais precoces. Suas limitações se dão pelo alto custo operacional e alguns pré-requisitos a serem seguidos como, por exemplo, uma doadora geneticamente superior, estado sanitário isento de qualquer afecção, nutrição de excelente qualidade e mão de obra qualificada.

Em relação a PIVE pouco se conhece sobre estratégias que possam diminuir a quantidade de receptoras necessárias para cada doadora aspirada, o intervalo entre aspiração folicular (OPU) e o uso de medicamentos objetivando a diminuição de geração de resíduos. Atualmente, devido às taxas de gestação variáveis e intervalo mínimo entre OPU, necessita-se de um elevado número de receptoras para proporcionar resultados satisfatórios em cada transferência (NOGUEIRA et al., 2013). Nos procedimentos de transferência de embriões empregados, caso o diagnóstico de prenhez seja realizado por ultrassonografia, é necessário respeitar um período médio de 30 dias para confirmação da mesma. Casos em que o diagnóstico de gestação for negativo, os animais são submetidos a um novo protocolo de resincronização da ovulação.

Tornar as cadeias produtivas mais sustentáveis sob o ponto de vista econômico e ambiental é necessário. Em bovinos, a suplementação com P4 pode melhorar a taxa de prenhez e, caso a vaca não fique prenhe, pode melhorar o processo de resincronização da mesma para uma nova inovulação. Estas vantagens, associadas ao uso de dispositivos reutilizáveis no protocolo, podem reduzir o tempo, o custo da técnica e a geração de resíduos, resultando em melhoria da eficiência do processo, tornando a cadeia produtiva mais sustentável.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O experimento foi realizado no Centro de Biotecnologia da Reprodução – BIOTEC. No período de Agosto de 2017 a Julho de 2018. Foram utilizadas 396 fêmeas múltiparas adultas da raça Nelore proveniente do mesmo grupo genético, pertencentes ao rebanho da BIOTEC em Maringá, Paraná, Brasil, com idade entre 3 a 7 anos, com escore corporal médio entre 2,5 a 3 (escala de 1-5), as mesmas foram mantidas em pastagem (*Brachiaria brizantha*) com acesso a água e suplementação mineral, sendo submetidas ao manejo higiênico-sanitário adotado na propriedade. Os

animais foram distribuídos em dois tratamentos: T1: Sem suplementação hormonal e T2: Com Suplementação hormonal de um dispositivo intravaginal contendo 1,9 g de P4 (CIDR®), anteriormente a Transferência de Embrião (TE). Nos dois tratamentos, o diagnóstico de gestação foi realizado no D30, ou seja, 22º dia após a inovulação. Todas as transferências foram feitas por um único técnico.

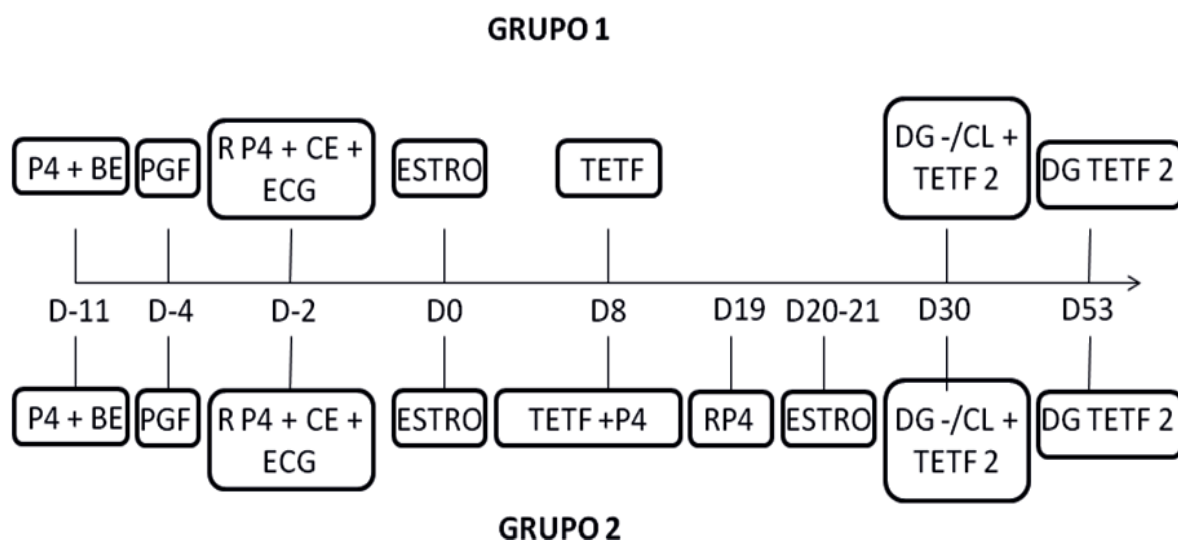
Os animais foram sincronizados utilizando o seguinte protocolo. Onze dias antes da aspiração folicular (OPU) da fêmea doadora (D-11) as vacas irão receber um dispositivo intravaginal de progesterona (CIDR®) mais 2 mg de Benzoato de Estradiol (Gonadiol®, i.m, Syntex S.A), após sete dias (D-4) será administrado 2 ml de prostaglandina (Lutalyse®, i.m, Zoetis Industria de Produtos Veterinários LTDA) e dois dias depois (D-2) será aplicado 400 UI de Gonadotrofina Coriônica Equina (E.C.G®, i.m, Novormon, Pfizer /saúde Animal), 0,4 ml de Cipionato de Estradiol (E.C.P®, i.m, Pfizer Saúde Animal) onde também será retirado o implante intravaginal de progesterona. Dois dias após (D0) serão aspiradas as doadoras e o embriões transferidos dois dias após (D8). No momento da transferência será introduzido um implante de Progesterona (CIDR®), com 1,9 g. e retirado 12 dias após (D19).

No momento da Transferência de Embrião os ovários serão avaliados por ultrassonografia, para avaliação de presença de folículos ovarianos e presença de corpo lúteo. O diagnóstico de gestação (DG) será efetuado por ultrassonografia 30 dias após a TE, com auxílio de um aparelho de ultrassom ALOKA SSD500 e probe de 5,0 MHZ.

Os dados foram analisados pelo procedimento PROC GENMOD do programa estatístico SAS (2000), versão 8.01, utilizando-se distribuição binomial e função de ligação identidade.

Um segundo experimento foi realizado com as receptoras negativas ao diagnóstico de gestação, originadas dos tratamentos 1 e 2 do experimento 1, a fim de verificar se o emprego da ressincronização, no período entre D8 a D19, tornou estas receptoras aptas para uma segunda transferência (D30), fato que poderia resultar em diminuição do intervalo entre procedimentos de PIV, não havendo a necessidade de emprego de novo protocolo.

Os tratamentos permaneceram os mesmos do Experimento 1, ou seja, as receptoras provenientes do tratamento 1 não gestantes (n=69) e com presença de CL (n=52), receberam um novo embrião no D30 e formaram o grupo 1 (G1) e as receptoras selecionados a partir dos animais pertencentes ao tratamento 2, seguindo os mesmos princípios em relação a gestação (n=74) e presença de CL (n=52), constituíram o grupo 2 (G2), conforme esquema da figura 3.



**Figura 3.** Esquema em linha do experimento 2, sobre resincronização das receptoras em relação a formações dos grupos 1, 2. Os animais integrantes do grupo 1, foram originados a partir do D30, após diagnóstico de animais não gestantes e com presença de CL do tratamento 1 do experimento 1. Da mesma forma, os animais formadores do grupo 2, são decorrentes dos animais não gestantes do tratamento 2 do experimento 1, que haviam sido suplementados através da reutilização de um dispositivo de progesterona. O diagnóstico de gestação foi realizado no D53, ou seja, 23º dia após a 2º ovulação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento 1 os resultados mostraram que não houve efeito ( $P > 0,05$ ) da inserção do dispositivo de progesterona reutilizável sobre a taxa de concepção dos animais estudados (Tabela 1).

<b>Receptoras (n)</b>	396		
<b>Taxa de aproveitamento % (n)</b>	67,7 (268)		
		Grupos	
		Controle	Progesterona
Receptoras (n)	132	136	
Taxa de concepção % (n)	37,9 (50)	39,7 (54)	0.500

**Tabela 1-** Taxa de concepção de receptoras de embriões tratadas ou não com dispositivo de progesterona no momento da transferência de embrião.

Estudo conduzido por Machado et al. (2013), trabalhando com animais da raça Nelore, também não observaram efeito da inserção de um ou dois implantes de P4 (norgestomet), a partir do 12 até o 21 dias após a IATF. No mesmo sentido Pugliesi et al. (2014) testaram o efeito de 150 mg de P4 injetável de longa ação após o 4º dia da IATF em dois grupos, tratamento (n=390) e controle (n=393) e observaram que a taxa de gestação não diferiu ( $P > 0,01$ ) entre os grupos.

Lonergan (2011) testaram a inserção de dispositivos novos de progesterona (CIDR®) em dois experimentos simultâneos. No primeiro os animais foram

suplementados após a IATF durante os dias 3, 5 e 6 (n=64) e no segundo, entre os dias 4, 5 a 8 (n=64). Os autores constataram um aumento na concentração sérica de P4 um dia após a inserção do dispositivo e aumento na taxa de sobrevivência embrionária durante o período da administração em ambos os grupos, contudo, após a remoção dos implantes, não foram observadas diferenças na taxa de sobrevivência embrionária.

Com relação ao experimento 2, não foram observadas diferenças (P=0,861) nos diâmetro do CL no dia da transferência dos embriões e no dia do diagnóstico de gestação e nas taxas de aproveitamento e de concepção (Tabela 3), isto evidencia que a suplementação de P4 no diestro não altera a ciclicidade dos animais que receberam embriões e não se tornaram gestantes.

Variáveis Controle	Grupos		Valor de P
	Progesterona		
Receptoras não gestantes no 1° DG (n)	69	74	
Diâmetro do CL no dia da TE (mm)	17,4 ± 3,0	18,1 ± 3,2	0,274
Taxa de aproveitamento % (n)	75,4 (52)	70,3 (52)	0,861
Diâmetro do CL no DG	16,2 ± 2,4	16,5 ± 3,2	0,747
Taxa de concepção % (n/N)	22,2 (10/45)	35,7 (15/42)	0,245

**Tabela 3** - Número de receptoras não gestantes no primeiro diagnóstico de gestação, diâmetro do corpo lúteo no dia da transferência dos embriões e no dia do diagnóstico de gestação (mm), taxa de aproveitamento e taxa de concepção (%) de vacas Nelore suplementadas ou não com progesterona.

Machado et al. (2013) relataram que a ressincronização dos animais com P4 pode permitir, naturalmente, nos animais que não se tornaram gestantes após um protocolo de sincronização, a ocorrência de estros de uma maneira concentrada, entre os dias 17 e 24 em fêmeas cíclicas. Por outro lado. Sendo assim, é possível explicar a similaridade na taxa de aproveitamento, que é a presença de CL no momento do diagnóstico de gestação, das receptoras aptas no momento da segunda TETF.

Todos estes aspectos somados tornam o emprego da técnica de suplementação de P4, via reutilização em vacas em diestro, uma estratégia da reprodução mais operacional, lucrativa e sustentável, contribuindo positivamente com a cadeia produtiva de bovinos de corte.

## CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos conclui-se que a suplementação dos dispositivos intravaginais de P4 em vacas em diestro, não afetou a taxa de gestação em receptoras de embriões Nelore. De forma semelhante, esta estratégia empregada na ressincronização também não influenciou o diâmetro do CL, a taxa de aproveitamento e a taxa de concepção das receptoras.

## REFERÊNCIAS

**Associação Brasileira de Inseminação Artificial. Relatório estatístico de importação, exportação e comercialização de sêmen.** ASBIA, 2013. Disponível em: <http://www.asbia.org.br/novo/relatorios/2011>>. Acesso em 25/03/2017.

BARUSELLI, P.S.; AYRES, H.; SOUZA, A.H.; MARTINS, C.M.; GIMENES, L.U.; TORRES-JÚNIOR, J.R.T. **Impacto da IATF na eficiência reprodutiva em bovinos de corte.** Anais do 20 Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada. Londrina, PR, p.113-132, 2006.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasil. Assessoria de Gestão Estratégica** (Org.). Projeções do Agronegócio, Brasil 2012/13 a 2022/23. Brasília, 2015. Disponível em <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/Projecoes%20do%20Agronegocio%20Brasil%202011-20012%20a%202021-2022%20\(2\)\(1\).pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/Projecoes%20do%20Agronegocio%20Brasil%202011-20012%20a%202021-2022%20(2)(1).pdf)>. Acesso em 26/08/2016.

FERNANDES, P.; TEIXEIRA, A.B.; CROCCI, A, J.; BARROS, C. M. Timed artificial insemination in beef cattle using GnRH agonist, PGF2& and estradiol benzoate (BE). **Theriogenology**, v. 55, p. 1521-1532, 2001.

**Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural.** EMATER, 2016. Disponível em: <http://www.emater.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=62>>. Acesso em: 27/03/2017.

LONERGAN, P. Influence of progesterone on oocyte quality and embryo development in cows. **Theriogenology**, v. 76, n. 1, p. 1591-1601, 2011.

LUCY, M. C. et al. **The use of hormonal treatments to improve the reproductive performance of lactating dairy cows in feedlot or pasture-based management systems.** **Animal Reproduction Science**, v. 82-83, p. 495-512, 2004.

MANN, G. E.; LAMMING, G. E. **The influence of progesterone during early pregnancy in cattle.** **Reproduction in Domestic Animals**, v. 34, p. 269-274, 1999.

MARQUES, M.O.; RIBEIRO JÚNIOR, M.; SILVA, R.C.P.; SÁ FILHO, M.F.; VIEIRA, L.M.; Baruselli, P.S. **Ressincronização em bovinos de corte.** Anais do 50 Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada. Londrina, PR, p.82-92, 2012.

MACHADO, R.; BERGAMASCHI, M. A. C. M.; SUDANO, M.; LEAL, L. da S.; ALENCAR, M. M. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento.** EMBRAPA: São Carlos, 2013. Disponível em: < <http://www.cppse.embrapa.br/sites/default/files/principal/publicacao/Boletim34.pdf> >. Acesso em 23/02/2018.

MORAES, J. C. F.; SOUZA, C. J. H.; GONSALVES, P. B. D. Controle do Estro e da Ovulação em Bovinos e Ovinos. In: GONSALVES, P. B. D.; FIGUEIREDO, J. R.; FREITAS, V. J. F. **Biotécnicas Aplicadas a Reprodução Animal**, São Paulo: livraria varela, cap. 3, p. 25-55, 2001.

NOGUEIRA, E.; PANTOJA, T. A. R.; PEDROSO, M. F.; MARQUES, J. H. R.; BORGES, J. C.; DIAS, A. M.; ITAVO, L. C. V. Comparação entre protocolos de sincronização de cio para receptoras de embriões bovinos. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.14, n.3, p.558-564, 2013.

## ESTUDO DO CONSUMO ESPECÍFICO DE ENERGIA ELÉTRICA EM UNIDADE DE PRODUÇÃO DE LEITE NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ

**Gislaine Silva Pereira**

Universidade Estadual de Maringá - UEM  
Graduação em Engenharia Agrícola  
Cidade Gaúcha – Paraná

**Eduardo David**

Universidade Estadual de Maringá – UEM  
Professor Adjunto do Departamento de  
Engenharia Agrícola  
Cidade Gaúcha – Paraná

**RESUMO:** O objetivo da pesquisa foi de estudar o consumo específico de energia elétrica proveniente do aquecimento de água para lavagem do sistema de ordenha, em unidade de produção de leite localizada no Noroeste do Paraná. A propriedade rural destinada a produção de leite está localizada no município de Rondon, região com bioma do tipo Mata Atlântica. O leite produzido na unidade é do tipo B. A coleta dos dados utilizados para a avaliação energética foi realizada com a utilização de analisador de energia elétrica do tipo portátil, modelo RE4000, com fabricação realizada pela Embrasil. A integralização dos valores dos dados de energia elétrica ocorreu com intervalo de quinze minutos, durante o período de cinco dias. Totalizaram-se três períodos de coleta de cinco dias, sendo P1 para primeiro período com a utilização integral da resistência de imersão, P2 em segundo

período com utilização parcial no período vespertino da resistência e P3 sem utilização do equipamento para aquecimento de água para limpeza do sistema. Foram comparados os três sistemas para a avaliação do consumo específico de energia elétrica. Como alternativa para substituição do equipamento, se tem a utilização de fontes alternativas que contribuam na diminuição do consumo de energia elétrica durante o ciclo produtivo da unidade visando a maior lucratividade do produtor.

**PALAVRAS-CHAVE:** Produção de leite, resistência de imersão, processo produtivo.

**ABSTRACT:** The objective of the research was to study the specific consumption of electric energy from the water heating of washing milking system, in a milk production unit located in the Northwest of Paraná.

The rural property destined to milk production is located in the Count of Rondon, Atlantic Forest biome zone. The milk produced in the unit is whole milk. The data collection used for the energy evaluation was performed with a portable type electric analyzer RE4000, manufactured by Embrasil. The electric energy data integration happened in a gap of fifteen minutes during five days.

Amounted are three collection periods five days, and P1 to the first period with the full use of the immersion resistor, P2 in the second



period with partial use in the afternoon resistance and P3 without using equipment for heating water for cleaning system. The three systems for the evaluation of the specific consumption of electric energy were compared. As an alternative to the replacement of the equipment, there is the use of alternative sources that contribute in reducing the consumption of electric energy during the productive cycle of the unit aiming at greater profitability of the producer.

**KEYWORDS:** milk production, water immersion resistance, productive process.

## 1 | INTRODUÇÃO

A produção de leite é considerada importante atividade agroindustrial para o agronegócio brasileiro (MAPA, 2014; SABBAG e COSTA, 2015), sendo principal fonte de renda para as pequenas propriedades familiares na zona rural (DAL MAGRO et al., 2013), desempenhando assim, papel significativo na geração de empregos e renda para a população (ROCHA et al., 2010).

No ano de 2015, a produção nacional de leite foi de aproximadamente 35 bilhões de litros (IBGE, 2015). A atividade é considerada sazonal e influenciada pelo clima, necessitando uma alimentação de qualidade e manejo adequado do rebanho, minimizando assim as conseqüências dos efeitos climáticos e a diminuição de preço final do produto devido à qualidade (SEAB, 2015).

A agropecuária leiteira no estado do Paraná caracteriza-se pela grande quantidade de pequenas propriedades rurais que atuam na atividade (SANTOS et al., 2010). Deste modo, é necessário que o produtor rural tenha o real conhecimento da situação da propriedade rural e das etapas do processo produtivo de leite (DAL MAGRO et al., 2013).

Outra necessidade da produção de leite é o conhecimento da eficiência de uso da energia elétrica no ciclo de produção, como o resfriamento do produto e o aquecimento da água para limpeza do sistema de passagem do leite, considerados um dos maiores responsáveis pelos gastos de energia elétrica no processo (BALDASSIN JUNIOR, 2004).

Deste modo, a energia elétrica, considerada um recurso imprescindível nos processos agrícolas, pode interferir de forma econômica e socioambiental (DAVID et al., 2016). A disponibilidade da energia elétrica facilita na escolha das atividades com o objetivo de gerar renda para as propriedades rurais (OLIVEIRA e SIMON, 2004).

Dentre as variáveis elétricas que podem influenciar no processo produtivo, tem-se o consumo específico de energia elétrica, que é resultado total de energia elétrica consumida no processamento completo de um produto específico, sendo considerado de extrema importância na apuração dos valores de economia de energia (CEMIG, 2011).

A necessidade de racionalização dos gastos com energia elétrica neste processo

produtivo, favorece o pequeno produtor na possibilidade de obtenção de maiores lucros, visto que os custos da atividade leiteira na sua composição são normalmente pagos com o lucro obtido da venda do produto para laticínios, os quais variam de acordo com o mercado (CARLOTTO et al., 2011).

Visando o acompanhamento dos gastos no processo produtivo em unidade de produção de leite, o objetivo da pesquisa foi de estudar o consumo específico de energia elétrica proveniente do uso de resistência de imersão no aquecimento de água para lavagem do sistema de ordenha, em unidade de produção de leite localizada no Noroeste do Paraná.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

A propriedade rural destinada a produção de leite está localizada no município de Rondon (Lat: 23°25'17" S; Long: 52°46'10"), no Noroeste do estado do Paraná. De acordo com IBGE (2010), a região possui bioma do tipo Mata-Atlântica, com altitude de 389 m em relação ao nível do mar, abrangendo área total de 555,125 km<sup>2</sup>.

A edificação em questão se destina a produção exclusiva de leite do tipo B, e alimentação do rebanho com pastagem durante 9 meses, compreendidos por primavera, verão e outono. A ordenha na propriedade é realizada em diferentes horários, dispostos em dois períodos: às 5:00 horas da manhã e às 16:00 horas da tarde. No primeiro período se realiza a ordenha de todas as vacas da propriedade, sendo o segundo período destinado apenas aos animais de maior produção.

O leite retirado do animal é transportado por canalização até o resfriador, sendo este levado a um reservatório de passagem, que visa a economia de energia elétrica, e tem por finalidade evitar o acionamento constante do motor de sucção, ou seja, ao atingir o nível máximo de 30 litros, ocorre a transferência do leite para o resfriador.

Para limpeza do sistema de ordenha se utiliza água aquecida por uma resistência de imersão. A limpeza do estábulo é realizada com lavadora de pressão, com sala de ordenha limpa diariamente, e sala de espera dos animais duas vezes por semana. A retirada do leite do tanque é efetuada em intervalo de dois dias, com transporte para laticínio.

Para coleta dos dados energéticos utilizou-se um analisador de energia portátil, modelo RE4000, fabricado pela Embrasil. Os valores das variáveis elétricas utilizadas para obtenção do consumo específico foram integralizados em intervalos de quinze minutos, totalizando as avaliações em três períodos de cinco dias, resultando em quinze dias de coletas.

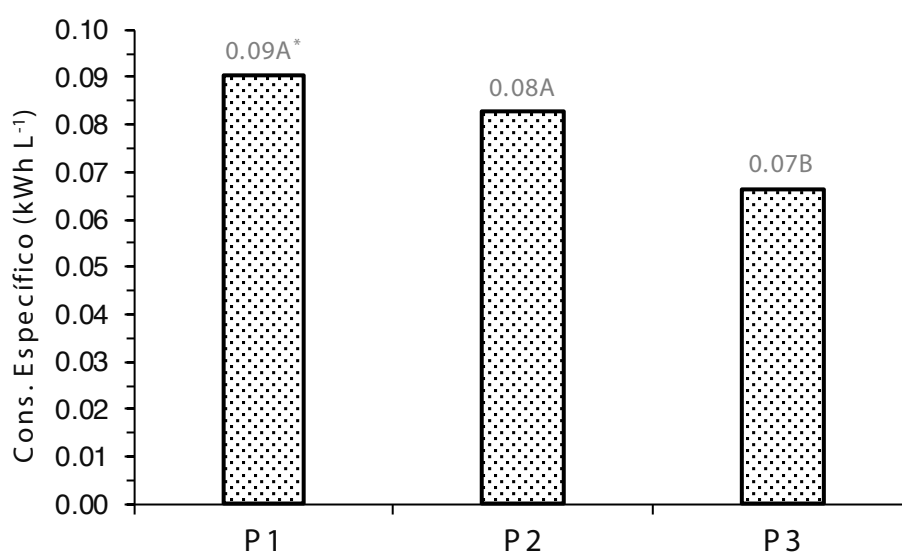
O estudo foi realizado com base em três períodos de avaliação. Em P1 - primeiro período de coleta, se fez o uso integral (100%) da resistência de imersão para aquecimento de água na lavagem da tubulação e equipamentos de ordenha. No segundo período – P2, a resistência de imersão foi utilizada apenas para aquecimento

de água no período vespertino, simulando 50% de sua utilização. Em P3 – terceiro período, não se utilizou a resistência de imersão, simulando 0% de utilização.

O tratamento dos dados foi realizado com a verificação da homocedasticidade através de análise de variância e teste de normalidade, posteriormente foi efetuado teste de Scott-Knott a 5% para comparação entre médias dos tratamentos. As análises estatísticas foram efetuadas com a utilização do software R sob plataforma do Rstudio.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo específico de energia elétrica proveniente da atividade de produção leiteira apresentou diferença significativa entre os períodos avaliados (Figura 1).



**Figura 1.** Consumo específico de energia elétrica kWh<sup>-1</sup>L<sup>-1</sup>

\*Letras diferem entre si pelo teste Scott-Knott com 5% de significância.

A retirada total (P3) e parcial (P2) da resistência de imersão resulta na diminuição dos valores específicos do consumo de energia elétrica no processo produtivo. A retirada total do equipamento para aquecimento de água (P3) é a melhor alternativa para redução do consumo específico de energia elétrica, porém, em contrapartida, é de extrema necessidade a utilização de água quente para higienização das tubulações e equipamentos de ordenha, o que deveria ser feito através de sistemas mais eficientes com menores gastos de energia elétrica.

Uma alternativa para auxílio no aquecimento de água para limpeza do sistema é a implantação de um aquecedor solar de baixo custo (ASBC), servindo para o aquecimento inicial da água, resultando em um tempo menor de uso de energia elétrica pela resistência de imersão, proporcionando a diminuição do consumo energético e conseqüentemente o custo do processo produtivo leiteiro.

Segundo Celuppi et al. (2014), o uso de sistemas de aquecimento de água que utilizam energia solar, contribuem na redução da energia requerida em processos produtivos, como no caso de agroindústrias.

Assim, a determinação de consumo de energia elétrica despendido no processo produtivo em estábulo leiteiro é de suma importância, auxiliando na composição final do custo do produto.

A possibilidade de utilização de fontes alternativas para aquecimento de água contribui na diminuição do consumo de energia elétrica no processo produtivo e em maior lucratividade para o produtor.

## 4 | CONCLUSÃO

A retirada parcial da resistência de imersão para aquecimento de água na limpeza do sistema de ordenha auxilia na diminuição do custo de energia elétrica, mas a retirada total do equipamento, e o uso de fontes de geração de energia limpa para o aquecimento de água é a solução mais adequada para se conseguir a melhor conservação e uso racional da energia elétrica no processo de aquecimento de água de lavagem do sistema de ordenha.

## REFERÊNCIAS

BALDASSIN JUNIOR, R.; CORTEZ, L. A. B.; JORDAN, R. A.; NEVES FILHO, L. C.; LUCAS JUNIOR, J.; PACCO, H. C. Consumo de energia elétrica de um laticínio tipo “A” e estudo de racionalização de uso de energia elétrica nos processos de resfriamento de leite e aquecimento de água: um estudo de caso. **Anais...In: Encontro Anual de Energia no Meio Rural**, 5., 2004, Itajubá: Agrener, 2004.

CARLOTTO, I.; FILIPPI, J. A.; MARCELLO, I. E. Estudo da viabilidade da produção de leite em uma propriedade familiar rural do município de Francisco Beltrão, PR. **Revista Ciências Empresariais UNIPAR**, v.12, n.1, Umuarama. jan./jun., p. 95-109, 2011.

CELUPPI, R.; SCAPINELLO, J.; ANDRADE, F. G. D.; REVELLO, J. H. P.; DAL MAGRO, J. Solar energy use for water pre-heating in boilers of agroindustries. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 34, n. 3, p. 452-460, 2014.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS -CEMIG. **Manual de gerenciamento de Energia**. Belo Horizonte, 19 p., 2011.

DAL MAGRO, C. B.; DI DOMENICO, D.; KLANN, R.; ZANIN, A. Contabilidade rural: comparativo de rentabilidade das atividades leiteira e avícola. **Custos e Agronegócios**, Recife, v. 9, n. 1, p. 2-22, jan./mar. 2013.

DAVID, E.; SANTOS, F. C. C.; VIEIRA NETO, J. G.; ESCANO, G. M. G. Demanda contratada e consumo de energia elétrica em unidades armazenadoras de grãos. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 31, n. 4, p. 305-311, 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Pecuária Municipal de 2015, v. 42. Rio de Janeiro, RJ, 2015.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Mais Pecuária**. Assessoria de Gestão Estratégica, Brasília, DF, 2014.

OLIVEIRA, P. A.; SIMON, E. J. O consumo de energia elétrica produtiva e o valor produção agropecuária na região de Botucatu. **Anais...**In: Encontro de Energia no meio rural, v.5, 2004, Itajubá. Itajubá: Agrener, p.1-9, 2004.

ROCHA, R.; NOGUEIRA, R. S.; CUNHA, B. C.; MESSIAS, M.; SIQUEIRA, W.; LIMA, R.; SOUZA, L.; OLIVEIRA, M. Bovinocultura de Leite. Brasília, DF: Fundação Banco do Brasil, 2010. 57 p. (Desenvolvimento Regional Sustentável, 1). Disponível em: <<http://www.bb.com.br/docs/pub/inst/dwn/Vol1BovinoLeite.pdf>>. Acesso em 15 de junho de 2018.

SABBAG, O. J.; COSTA, S. M. A. Análise de custos da produção de leite: Aplicação do método de monte Carlo. **Revista Extensão Rural**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p.135-145, 2015.

SANTOS G, T.; MASSUDA, E. L.; KAZAMA, D. C.; JOBIM, C. C.; BRANCO, A. F. Bovinocultura leiteira. Bases zootécnicas, fisiológicas e de produção, **Eduem Maringá**, 381p., 2010.

SEAB. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. **Análise da Conjuntura Agropecuária**. Ano 2014/15.

## FORMAS DE APLICAR O CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL E ESTABELEECER A EXIGÊNCIA DE AMINOÁCIDOS PARA SUÍNOS

### Liliane Olímpio Palhares

Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Departamento de Zootecnia – Recife – Pernambuco

### Wilson Moreira Dutra Júnior

Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Departamento de Zootecnia – Recife – Pernambuco

### Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke

Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Departamento de Zootecnia – Recife – Pernambuco

**RESUMO:** Pretende-se com a presente revisão descrever sobre o conceito de proteína ideal e as diferentes formas de aplicação em rações para suínos e suas respostas sobre características produtivas. O conceito de proteína ideal refere-se a uma proteína com o perfil de aminoácidos capaz de satisfazer as exigências dos animais sem excesso ou deficiência. Pesquisas são realizadas para determinar os requisitos de aminoácidos com aplicação de diferentes níveis de proteína ou aminoácidos, com alterações nas concentrações de farelo de soja e aminoácidos cristalinos nas rações, que acarretará distintas respostas produtivas ao desempenho dos suínos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Requerimento nutricional. Suinocultura. Viabilidade econômica.

**ABSTRACT:** This review aims to describe the concept of ideal protein and the different ways of application in feed for swine and the responses productive characteristics. The concept of ideal protein refers to a protein with amino acids profile capable of satisfy the requirements of animals without excess or deficiency. Researches are performed to determine the amino acid requirements using different levels of protein or amino acids, with alteration in the concentrations of soybean meal and crystalline amino acids in the rations, that will cause differences responses on the pig's performance.

**KEYWORDS:** Nutritional requirement. Swine raising. Economic viability.

### 1 | INTRODUÇÃO

O desafio da suinocultura industrial é atender as expectativas do mercado consumidor, que a cada dia apresenta maior preocupação com a qualidade dos produtos e com a segurança alimentar. Ao mesmo tempo, os produtores também buscam reduzir os desperdícios com ração e perdas de matérias-primas durante a produção (SAAB et al., 2009). Assim, o teor de proteína ideal pode ser utilizando como uma estratégia para o sistema produtivo que visa obter maior lucratividade



sem perder a qualidade do produto final. O conceito de proteína ideal é definido como o balanço exato de aminoácidos (AA) capaz de fornecer sem excesso ou falta os requerimentos de todos os aminoácidos necessários para o crescimento e deposição proteica dos animais (MITCHEL, 1964).

A formulação de dietas de acordo com o teor de aminoácidos ideal possibilita a redução do teor de proteína bruta (PB) através do atendimento das exigências dos aminoácidos, mantendo o adequado desempenho dos animais além de permitir a redução dos custos com a dieta e a produção (SAKOMURA et al., 2014). A viabilidade econômica do conceito de proteína ideal sobre a produção dos suínos dependerá estritamente do preço comercial do farelo de soja e dos aminoácidos industriais utilizados (TRINDADE NETO et al., 2009), sendo necessário que o preço do farelo de soja ultrapasse o valor dos aminoácidos industriais para que a substituição seja economicamente viável. Essas dietas apresentam uma outra vantagem, a de minimizar o excesso de aminoácidos e a carga metabólica (KERR et al., 2003), sendo já conhecido os efeitos negativos para os rins e fígado de animais alimentados com excesso de aminoácidos.

A redução da proteína das dietas deve ser feita de modo que não interfira no desempenho dos animais, evitando prejuízos a produção. Pesquisadores vêm utilizando o conceito de proteína ideal em suas investigações, estabelecendo exigências de um perfil de aminoácidos ideal para suínos, com a elaboração de diferentes rações. Dessa forma, esta revisão tem por objetivo descrever sobre os diferentes modos de aplicação do conceito de proteína ideal nas dietas de suínos, considerando suas influências sobre a determinação da exigência dos aminoácidos e sobre o sistema produtivo.

## 2 | PROTEÍNA IDEAL

A formulação de ração para suínos de acordo com o teor de proteína bruta foi uma prática comum durante muito tempo. A utilização do teor de proteína bruta para formulação das rações resultava em dietas com quantidades de aminoácido excedendo as exigências dos animais (ZANGERONIMO et al., 2006). Pois, o teor de proteína bruta dos alimentos é obtido através do cálculo de transformação de nitrogênio em proteína estabelecido por JONES em 1931, que encontrou o teor de 16% de nitrogênio na composição química da carne, com base nesta informação foi considerado que a maioria dos alimentos possuem aproximadamente 16% do peso de proteína, ou seja, que cada 100 gramas de proteína tem 16 gramas de nitrogênio,  $100/16 = 6,25$ , valor que corresponde ao fator de conversão do nitrogênio em proteína, sendo o teor de proteína bruta dos alimentos obtido através da multiplicação entre a concentração de nitrogênio analisado e o fator de conversão de 6,25 ( $N \times 6,25$ ) (GUIMARÃES e LANFER-MARQUEZ, 2005). Por esse motivo, a utilização do fator de conversão a todos os alimentos ocorre de maneira equivocada, uma vez que, o teor de nitrogênio

dos alimentos pode variar em relação ao perfil aminoacídico (LOURENÇO et al., 1998).

O farelo de soja, por exemplo, que é bastante utilizado na elaboração de ração para suínos não possui um padrão aminoacídico ideal, conseqüentemente muitos aminoácidos são fornecidos em excesso em relação a exigência real do animal (MILLER et al., 1996). Dietas formuladas com níveis proteicos acima da exigência do animal, ocasiona uma sobre carga ao fígado e rins, para eliminar o excesso de nitrogênio (LE BELLEGO et al., 2002), e a cadeia carbônica em excesso circulante no organismo será direcionado para a deposição de tecido adiposo (FRIESEN et al., 1994), ocasionando menor rendimento de tecido magro em suínos e maiores custos com alimentação.

Para atenuar esse problema Mitchel (1964) estabeleceu o conceito de proteína ideal, que se refere a formulação da ração através do equilíbrio perfeito entre os aminoácidos sendo capaz de promover sem excesso ou deficiência os requerimentos necessários para manutenção e crescimento dos animais. A dieta é formulada com base nos aminoácidos digestíveis, sendo o teor de proteína dietética fornecido dependente do nível de aminoácido essencial (FEI JI, 2004). Os requisitos de aminoácidos para proteína ideal são usualmente expressos em relação a exigência de lisina (Lis = 100%), tido como o aminoácido de referência (VAN MILGEN e DOURMAND, 2015). A lisina foi estabelecida como aminoácido referência por ser o primeiro aminoácido limitante para suínos, utilizado quase que exclusivamente na deposição de proteína corporal, por sua viabilidade econômica e facilidade de análise (HOSOTANI, 2013; SAKOMURA et al., 2014).

O ARC (1981) foi o primeiro a colocar em prática o conceito de proteína ideal e tem sido desde então o modo mais comum para expressar a exigência de aminoácidos. Em seguida, algumas pesquisas fizeram grandes contribuições para a prática da proteína ideal, por fornecer estimativas de requisitos de aminoácidos para suínos (FULLER et al., 1989; WANGE e FULLER, 1989; HAHN e BAKER, 1995), atualmente os perfis de proteína ideal mais utilizados são os recomendados por *National Swine Nutrition Guide* (NSNG, 2010), as Tabelas Brasileira de Aves e Suínos (ROSTANGNO et al., 2011) e o *National Research Council* (NRC, 2012), essas tabelas apresentam as relações dos aminoácidos com a lisina para as diferentes categorias e período fisiológicos. Permitindo que a formulação das dietas seja feita de forma mais adequada, reduzindo o desbalanço entre os aminoácidos (KIDD e KERR, 2000).

Segundo Sá e Nogueira (2009), através do conceito de proteína ideal é possível calcular com facilidade o requerimento dos outros aminoácidos, uma vez que a exigência de lisina for estabelecida. Sendo bastante adequada na avaliação de exigência de aminoácidos para suínos, por permitir a determinação da melhor relação entre todos os aminoácidos em uma única vez, evitando a avaliação de cada aminoácido de maneira isolada.

### 3 | DIFERENTES FORMAS DE APLICAÇÃO DO CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL

Apesar do conceito de proteína ideal ser bastante claro em relação ao atendimento da exigência dos aminoácidos e da redução no teor de proteína bruta, ele é aplicado de maneira diferenciada nas dietas de suínos, com o objetivo de estabelecer relações entre os aminoácidos e a proteína, identificar a exigência dos aminoácidos para esses animais, tentar reduzir os custos e o efeito poluidor.

#### 3.1 Alteração na Proporção de Proteína Bruta sem Modificar o Teor dos Aminoácidos

As dietas são calculadas para conter níveis crescentes ou decrescentes de proteína bruta com o teor fixo de aminoácidos, na composição da ração há alteração dos níveis de farelo de soja e da suplementação de aminoácidos cristalinos (lisina, metionina, treonina, triptofano e valina). O perfil aminoacídico ideal utilizado nas rações segue a relação estabelecida por alguma tabela de exigência nutricional. As pesquisas, em sua maioria, visam estabelecer o melhor nível de proteína bruta que pode ser aplicado para um perfil de aminoácidos já estabelecido, através da avaliação do desempenho dos animais e outros parâmetros de interesse econômico para a produção.

Por exemplo, Kerr et al. (1995; 2003) utilizou dois níveis diferentes de proteína bruta com o mesmo perfil aminoacídico e relataram características de desempenho e carcaça similares entre ambos tratamentos, porém os animais alimentados com baixa proteína e suplementação de AA apresentaram maior consumo de ração e menor espessura de toucinho. A redução dos níveis de proteína bruta feita por Kerr et al. (1995) foi de 19 para 15% na fase inicial, de 16 para 12% na fase de crescimento e 14 para 11% na fase de terminação, com redução do farelo de soja de 28 para 18%, 21 para 11% e 15 para 8%, respectivamente. Enquanto Kerr et al. (2003) encontraram redução de 16 para 12% no teor de PB e de 22 para 12% para o farelo de soja.

Lee et al. (2001) formularam dietas para fase de crescimento com níveis decrescentes de proteína bruta (14, 13, 12 e 11%), mantendo o mesmo perfil aminoacídico, perceberam que o grupo alimentado com 13% de PB cresceu mais rápido que os demais sem alterar as características de carcaça, e inferiram que a redução em uma unidade percentual da proteína bruta com a suplementação de aminoácidos pode ser uma boa estratégia econômica para produção, uma vez que, houve redução de 3 kg de farelo de soja das rações. Zangeronimo et al. (2006) também seguiram o mesmo procedimento, avaliaram o efeito da redução do nível de PB (21 - 19,5 - 18 - 16,5%) para suínos em crescimento, sobre o desempenho e excreção de nitrogênio, encontraram que o nível de 16,5% foi eficiente na redução da quantidade de nitrogênio excretado na urina, sem afetar o desempenho, com redução de 9,6 kg de farelo de soja com suplementação de aminoácidos.

Vidal et al. (2010) estudando o efeito da redução da proteína bruta (17,95 - 16,45

- 14,95 – 13,45%) na fase de terminação, observaram ganhos nos parâmetros de desempenho para o nível estimado de 15,7%, indicando que a proteína bruta pode ser reduzida até 4,5 pontos percentuais, o farelo de soja até 18kg, desde que suplementada com aminoácidos industriais, sem influenciar as características de carcaça. Toledo et al. (2014), ao avaliarem a redução da proteína bruta (19,24 - 17,74 - 16,24 - 14,74 - 13,24%) com manutenção da relação dos aminoácidos na fase inicial, identificaram que os melhores resultados de desempenho e redução na excreção de nitrogênio nas fezes e urina, ocorreram próximo ao nível de 14,74%, o farelo de soja pode ser reduzido até 15kg, se suplementado com aminoácidos industriais.

De acordo com os resultados, a redução do teor de proteína bruta e suplementação de aminoácidos para manter o conceito de proteína ideal auxilia na redução do custo das rações devido a redução do farelo de soja e suplementação com a aminoácidos industriais, mas isso irá depender do preço do farelo de soja e dos aminoácidos industriais. A redução de proteína das dietas sem alterar o teor de aminoácidos é um método eficaz para estabelecer um nível ótimo de proteína bruta para suínos e manter a relação com o perfil aminoacídico, além de indicar boa viabilidade economicamente para a produção.

### **3.2. Manutenção do Teor de Proteína Bruta e Alteração dos Níveis de Aminoácidos**

As dietas são elaboradas para manter os níveis de proteína bruta das dietas e alterando as proporções de aminoácidos, na constituição das rações a quantidade de farelo de soja não será alterando, haverá apenas elevação da suplementação dos aminoácidos industriais (lisina, metionina, treonina, triptofano e valina), a fim de manter uma relação ideal entre os aminoácidos, recomendado pelas tabelas de requerimento nutricional. Esse método de pesquisa objetiva estabelecer o melhor perfil aminoacídico para um nível de proteína bruta previamente determinado, através da avaliação do desempenho dos animais e outros parâmetros de interesse econômico para a produção.

Dessa forma Arouca et al. (2004; 2007) avaliaram cinco níveis de lisina (0,5 - 0,6 - 0,7 - 0,8 - 0,9%) com adição de aminoácido industrial para manter o nível do perfil ideal, e encontraram aumento do ganho de peso diário, redução na espessura de toucinho, melhora na conversão alimentar e aumento da deposição de carne magra em suínos, correspondendo ao nível estimado de 0,76 e 0,72% de lisina, com proteína bruta de 13,5%. Zangeronimo et al. (2009) analisaram quatro níveis de lisina (0,7 - 0,9 - 1,1 - 1,3%) em rações com 14% proteína bruta, e observaram uma melhora na conversão alimentar, no rendimento de carcaça, na área de olho de lombo e relação carne:gordura, a um nível estimado de 1,1% de lisina.

Kiefer et al. (2010) também avaliando quatro níveis de lisina para suínos (0,9 - 1,0 - 1,1 - 1,2%) com proteína de 19,24%, e verificaram o aumento do ganho de

peso e redução da conversão alimentar próximo ao nível de 1,2% de lisina. Santos et al. (2011) analisando cinco níveis de lisina para suínos (0,54 - 0,64 - 0,74 - 0,84 - 0,94%) com o nível de 15,9% de proteína bruta, puderam perceber que o ganho de peso diário, conversão alimentar e deposição de carne foram melhoradas, com o nível estimado de 0,81%.

Martínez-Aispuro et al. (2014) determinando o nível de lisina para suínos em crescimento (0,95 - 1,05 - 1,15 - 1,25%) e em terminação (0,75 - 0,85 - 0,95 - 1,05%) com proteína bruta de 16,5%, detectaram diferença significativa para ganho de peso diário, conversão alimentar e deposição de carne magra, nos níveis de 0,96% e 0,75% para crescimento e terminação, respectivamente. Ao mesmo tempo em que Rocha et al. (2014) trabalhando com diferentes níveis de lisina para suínos (0,7 - 0,8 - 0,9 - 1,0 - 1,1%) com proteína bruta de 19,24%, observaram aumento no ganho de peso diário e na profundidade do músculo, ao nível de 0,8%.

A manutenção do teor de proteína com a alteração dos níveis de aminoácidos possibilita a identificação de uma relação ideal de aminoácidos para um teor de proteína bruta estabelecido, permitindo um melhor ajuste da exigência aminoacídica para os animais. As dietas são formuladas através da fixação do farelo de soja com a adição de aminoácidos cristalinos na composição das dietas, ocasionam um acréscimo nos custos das mesmas. De acordo com os resultados das pesquisas essa forma de aplicação do conceito de proteína ideal proporciona uma melhoria nas características de desempenho e de carcaça, inferindo que os custos adicionais com rações possam ser compensados pelo ganho de peso e rendimento de carcaça dos animais, possibilitando maiores rendimentos para o produtor, no entanto, faz-se necessário maiores investigações sobre os aspectos econômicos para essas pesquisas.

### **3.3. Redução na Proporção de Proteína Bruta e Aumento do Teor de Aminoácidos**

Uma forma menos comum de aplicação do conceito de proteína ideal é baseada na redução do teor de proteína bruta das dietas ao mesmo tempo que os níveis de aminoácidos são elevados. Intencionando estabelecer uma relação inversa entre o nível de proteína e de aminoácidos que possa ser utilizado sem prejudicar o desempenho dos animais.

Le Bellego et al. (2002) testaram o efeito da redução do teor de proteína bruta (22,4 - 20,4 - 18,4 - 16,9%) e elevação da suplementação de aminoácido de acordo com o conceito de proteína ideal, essa aplicação não alterou parâmetros de desempenho e composição corporal, apenas reduziu o consumo de água e a excreção de nitrogênio, os autores inferiram que a proteína bruta pode ser reduzida em até 55% se suplementada com a quantidade adequada de aminoácidos. De acordo com os resultados dessa pesquisa, a viabilidade econômica dependerá do preço do farelo de soja e dos aminoácidos industriais, uma vez que existe uma relação inversa entre

os dois sem afetar as características de carcaça, será lucrativo para produção reduzir o teor de proteína bruta para suplementar com aminoácidos se estes por sua vez estiverem com valor bastante inferior ao farelo de soja, do contrário poderá encarecer a dieta.

Ball et al. (2013) também fizeram uso da redução do teor de proteína bruta (19,2 - 17,9 - 16,6 - 15,3 - 14,3%) e elevação da suplementação de aminoácido de acordo com o conceito de proteína ideal, e observaram modificações nos parâmetros de desempenho, sendo o consumo de ração e ganho diário apresentaram um efeito quadrático de acordo com o aumento do nível de proteína bruta ingerida, indicando que a baixa proteína com suplementação de aminoácidos não proporcionaram uma adequado suporte de aminoácidos essenciais.

Existem poucos trabalhos utilizando esse procedimento para utilização do conceito de proteína ideal nas rações, até a presente pesquisa esse método não contribuiu para identificação de um teor adequado de proteína e aminoácidos para suínos, e nem apresentou adequada viabilidade econômica de forma comprovada.

### **3.4. Alteração do Teor de Proteína Bruta e dos Níveis de Aminoácidos Simultaneamente**

Esse procedimento é um dos mais utilizados para avaliar pesquisas com exigência em base no conceito de proteína ideal, os níveis de aminoácidos são estabelecidos, assim como a relação entre eles, e o teor de proteína bruta será limitado pelo teor dos aminoácidos presentes nas dietas, o que provocará uma redução ou acréscimo simultâneo entre aminoácidos e proteína bruta. No entanto, sua aplicabilidade ocorre de maneira diferenciada em relação a formulação das rações.

#### ***3.4.1. Manutenção da Mesma Proporção de Farelo de Soja com Alteração dos Aminoácidos e Utilização de Fonte Extra de Carboidratos***

Para esse modo de aplicação observa-se em algumas formulações de rações com quantidades fixas de farelo de soja com suplementações crescentes de aminoácidos industriais, mantendo as relações aminoacídicas entre lisina e os demais aminoácidos essenciais de acordo o conceito de proteína ideal. Para que os níveis de proteína bruta permaneçam equilibrados nas rações é utilizada uma fonte extra de carboidrato, na maioria das vezes os aminoácidos são adicionados em substituição ao amido de milho.

Por exemplo, Gasparotto et al. (2001) avaliando níveis crescentes de lisina (0,75 - 0,90 - 1,05 - 1,20%) para suínos de genéticas diferentes, manteve os teores de farelo de soja nas rações, a suplementação dos aminoácidos foi feita em substituição ao amido de milho, puderam observar melhora no ganho de peso no grupo genético melhorado, ao nível estimado de 1,0%, porém nenhum efeito foi constatado para o grupo genético comum.



Abreu et al. (2006) ao avaliar níveis de lisina (0,90 - 1,0 - 1,1 - 1,2%) de acordo com o conceito de proteína ideal, também mantiveram as mesmas concentrações de farelo de soja nas dietas e a adição dos aminoácidos foi realizada em substituição ao amido de milho. Detectaram aumento do ganho de peso diário, na deposição de proteína na carcaça e melhoria na conversão alimentar, no nível estimado de 1,12% de lisina para suínos na fase inicial. Da mesma forma Abreu et al. (2007a) trabalhando com níveis de lisina (0,8 - 0,9 - 1,0 - 1,1%) puderam observar redução na conversão alimentar e aumentou a deposição proteica na carcaça, ao nível estimado de 1,1% para suínos em crescimento. E Abreu et al. (2007b) pesquisando a exigência de lisina (0,7 - 0,8 - 0,9 - 1,0%) também constataram aumento no ganho de peso diário e melhora na conversão alimentar até o nível de 0,94% de lisina.

Da mesma maneira Fraga et al. (2008), ao avaliarem os níveis de lisina para suínos (0,8 1,0 1,2 1,4%), verificaram maior ganho de peso diário e maior retenção de proteína na carcaça ao nível estimado de 1,15% para machos castrados. Sero et al. (2012) também mensurando o efeito dos níveis de lisina (0,83 - 0,93 - 1,03 - 1,13 - 1,23%) sobre o desempenho e características de carcaça, verificaram melhora na conversão alimentar e na taxa de deposição proteica encontrado no nível estimado de 1,11%.

De acordo com os resultados desses trabalhos, é possível identificar níveis de exigência para os suínos, no entanto, a viabilidade econômica dependerá do preço do farelo de soja, dos aminoácidos industriais e rendimento de carne pelos animais, assim como a disponibilidade e custo da fonte de carboidrato adicional.

### *3.4.2. Redução na Proporção de Farelo de Soja com Acréscimo nos Níveis de Aminoácidos e Utilização de Fonte Extra de Carboidratos*

A técnica de formulação de rações de acordo com o conceito de proteína ideal utilizando oscilações entre níveis de proteína e aminoácido também pode ser elaborada através da elevação da proporção do farelo de soja nas rações e redução nas quantidades de aminoácidos, de modo que os níveis dos aminoácidos e da proteína aumentem simultaneamente, para esse procedimento também é bastante utilizada outras fontes de carboidratos como: amido de milho, glúten de milho ou farelo de trigo para manter o equilíbrio aminoacídico das rações.

Ferreira et al. (2005) trabalhando com a redução do nível de proteína bruta das rações com suplementação de aminoácidos, o farelo de soja foi reduzido e os aminoácidos aumentado juntamente com o amido, e não verificaram diferenças significativas sobre os parâmetros de desempenho, e inferiram que a proteína pode ser reduzida de 17 para 13% sem influenciar o desempenho. Ferreira et al. (2006) procedeu de maneira semelhante e também não observaram diferença significativa sobre os parâmetros de desempenho, e indicaram que a proteína pode ser reduzida de 18 para 14% sem influenciar no desempenho dos animais, porem ambos necessitam

ser suplementados com aminoácidos essenciais.

Do mesmo modo Trindade Neto et al. (2009), trabalhando com níveis proteicos (19,4 - 16,8 - 14,9%), tiveram o farelo de soja das rações reduzido de acordo com a adição de aminoácidos e farelo de trigo. Sendo que no nível de proteína mais alto não houve adição de aminoácidos. Devido ao melhor desenvolvimento dos animais, os níveis indicados foram 16,80 e 14,90% de PB para fêmeas e machos castrados, respectivamente.

Cho et al. (2012) ao mensurarem níveis de lisina (0,24 - 0,21 - 0,18 - 0,15%), utilizaram níveis decrescentes de farelo de soja de acordo com os níveis de lisina calculado, e a suplementação crescente de aminoácidos feita em substituição ao glúten de milho presente nas rações, puderam verificar melhoria no ganho de peso e conversão alimentar ao nível de 0,21% de lisina.

No entanto, Yue e Quiao (2008) ao estudarem níveis decrescentes de proteína (23,1 - 21,2 - 18,9 - 17,2%) sobre o desempenho de suínos, também utilizaram redução no teor de farelo de soja e adição dos aminoácidos, porém sem adição de outra fonte de carboidrato, e constataram que a proteína pode ser reduzida até o nível de 18,9% sem causar prejuízos ao desempenho dos animais.

Segundo os resultados apresentados é possível constatar redução de níveis de PB nas dietas proporcionando melhores características produtivas. Desse modo, se o custo do farelo de soja for viável para assegurar as concentrações de lisina digestível estudadas, poderá haver retorno econômico a produção, além de ser possível não utilizar fonte extra de carboidratos.

### *3.4.3. Acréscimo na Proporção de Farelo de Soja e de Aminoácidos*

Formular as rações com base em proteína ideal para o método de oscilação entre proteína e aminoácido, elevando o teor do farelo de soja e dos aminoácidos nas rações, de forma que os níveis dos aminoácidos e da proteína aumentem juntos, também é um procedimento bastante utilizado para a identificação do nível de exigência para aminoácido e proteína ao mesmo tempo, ficando o teor de proteína bruta dependente da concentração de lisina estabelecida na dieta.

Tendo como exemplo Oresanya et al. (2006), que avaliaram níveis de lisina (1,14 - 1,23 - 1,33 - 1,43 - 1,53%) com crescentes níveis de lisina, proteína bruta, farelo de soja e aminoácidos industriais. E conseguiram observar fatores benéficos sobre o ganho de peso e conversão alimentar, com nível de lisina de aproximadamente 1,31%. De maneira semelhante, Kim et al. (2011) realizaram um experimento para verificar o efeito dos níveis de lisina (1,35 - 1,46 - 1,56 - 1,66%) sobre o desempenho de suínos, e constataram que o aumento do teor de lisina promoveu melhorias aos parâmetros de desempenho e digestibilidade dos nutrientes.

Gattás et al. (2012) avaliaram diferentes níveis de lisina (0,65 - 0,75 - 0,85 - 0,95 - 1,05%) obtidos a partir da inclusão de níveis crescentes de lisina industrial, mantendo a

relação com os demais aminoácidos limitantes por meio da variação do farelo de soja. E verificaram aumento no ganho de peso e uma melhor conversão alimentar próximo ao nível de 0,95% de lisina. Do mesmo modo, Li et al. (2012) também investigando diferentes proporções de lisina (0,81 - 0,83 - 0,87 - 0,89%) sobre características de desempenho de suínos, observaram redução no consumo de ração e melhora na conversão alimentar no nível de 0,81% de lisina. Na formulação das rações houve aumento do farelo de soja e adição de lisina, porém com redução paralela de farelo de trigo nas rações.

Hong et al. (2016) avaliaram a redução dos níveis de proteína bruta e lisina nas rações (0,95 - 0,88%) na fase de crescimento e (0,95 - 0,82 - 0,77%) terminação, mantendo a relação com os demais aminoácidos, não encontraram efeito significativo para os parâmetros de desempenho, relatando que o teor pode ser reduzido sem alterar as características de carcaça.

Conforme esses resultados, a utilização desse modo de formulação de dietas é viável para identificar novos níveis de aminoácidos para suínos de acordo com o conceito de proteína ideal.

Na maioria das pesquisas é possível constatar que a redução dos níveis de PB nas dietas proporcionou melhores aspectos produtivos. Dessa forma, a associação entre a redução dos aminoácidos e do farelo de soja das rações tornou-se uma alternativa viável ao produtor. Em alguns casos pareceu aumentar a exigência de lisina, indicando que custos adicionais podem ser equilibrados com o ganho de peso dos animais, no entanto, mais pesquisas são necessárias.

#### **4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O conceito de proteína ideal refere-se a uma proteína com perfil de aminoácidos que satisfaz exatamente a exigência do animal de modo que todos os aminoácidos sejam igualmente limitantes para o desempenho. Embora o perfil da proteína ideal seja frequentemente assumido como constante, sua aplicação ocorre de maneira bastante variada na literatura, apresentando rações elaboradas de diferentes formas, todas com o intuito de estabelecer níveis de exigência ideal para os suínos através de melhores características de desempenho.

Com base nas pesquisas realizadas, pode-se inferir que maiores considerações são necessárias em relação a viabilidade econômica da composição das rações, como o preço do farelo de soja, dos aminoácidos cristalinos e das fontes extra de carboidratos e relacioná-las a performance dos animais, visando estabelecer o nível mais viável do ponto de vista produtivo e econômico.

#### **REFERÊNCIAS**

ABREU, M.L.T.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; OLIVEIRA, A. L.S.; OLIVEIRA, A.L.S.; SILVA,

F.C.O.; MOITA, A.M.S. Níveis de lisina digestível em rações, utilizando-se o conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de alto potencial genético dos 15 aos 30 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p.1039-1046, 2006.

ABREU, M.L.T.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; OLIVERIA, A.L.S.; HAESE, D.; PEREIRA, A.A. Níveis de lisina digestível em rações, utilizando-se o conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de alto potencial genético, dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.62-67, 2007A.

ABREU, M.L.T.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; OLIVEIRA, A.L.S.; SANTOS, F.A.; PEREIRA, A.A. Níveis de lisina digestível em rações, utilizando-se o conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça dos 60 aos 95 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.54-61, 2007B.

ARC. Agricultural Research Council. **The nutrition requirements of pigs**. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, U.K., 1981.

AROUCA, C.L.C.; FONTES, D.O.; FERREIRA, W.M.; SILVA, M.A.; PEREIRA, F.A. Exigências de lisina, com base no conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados, de 95 a 122kg, selecionados para deposição de carne magra. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, p.773-781, 2004.

AROUCA, C.L.C.; FONTES, D.O.; BAIÃO, N.C.; SILVA, M.A.; SILVA, F.C.O. **Níveis de lisina para suínos machos castrados selecionados geneticamente para deposição de carne magra na carcaça, dos 95 aos 122 kg. Ciência e Agrotecnologia**, v.31, p.531-539, 2007.

BALL, M.E.E.; MAGOWAN, E.; MCCRACKEN, K.J.; BEATTIE, V.E.; BRADFORD, R.; GORDON, F.J.; ROBISON, M.J.; SMYTH, S.; HENRY, W. The effect of level of crude protein and available lysine on finishing pig performance, nitrogen balance and nutrient digestibility. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.26, p.564-572, 2013.

CHO, S.B.; HAN, IN.K.; KIM, Y.Y.; PARK, S.K.; HWANG, O.H.; CHOI, C.W.; YANG, S.H.; PARK, K.H.; CHOI, D.Y.; YOO, Y.H. Effect of Lysine to Digestible Energy Ratio on Growth Performance and Carcass Characteristics in Finishing Pigs. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.25, p.1582-1587, 2012.

FEI JI, M.S. **Amino acid nutrition and ideal protein for reproductive sows**. 2004. 173p. Dissertation in Animal Science (Doctor degree in Philosophy) – Faculty of Texas Tech University.

FERREIRA, R.A.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ARAÚJO, C.V.; SILVA, F.C.O.; FONTES, D.O.; SARAIVA, E.P. Redução do nível de proteína bruta e suplementação de aminoácidos em rações para suínos machos castrados mantidos em ambiente termoneutro dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.548-556, 2005.

FERREIRA, R.A.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ARAÚJO, C.V.; SILVA, F.C.O.; VAZ, R.G.M.V.; REZENDE, W.O. Redução da proteína bruta da ração e suplementação de aminoácidos para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1056-1062, 2006.

FRAGA, A.L.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C.; BASTOS, A.O.; OLIVEIRA, R.P.; MURAKAMI, A.E. Lysine requirement of starting barrows from two genetic groups fed on low crude protein diets. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.51, p.49-56, 2008.

FRIESEN, K.G.; NELSSSEN, J.L.; GOODBAND, R.D.; TOKACH, M.D.; UNRUH, J.A.; KROPF, D.H.; KERR, B.J. Influence of dietary lysine on growth and carcass composition of high-lean-growth gilts fed from 34 to 72 kilograms. **Journal Animal Science**, v.72, p.1761-1770, 1994.

FULLER, M.F.; MCWILLIAM, R.; WANG, T.C.; GILES, L.R. The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs. **British Journal of Nutrition**, v.62, p.255-267, 1989.

GASPAROTTO, L.F.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N.; MARCOS JÚNIOR, M. Exigência

de lisina, com base no conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de dois grupos genéticos, na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1742-1749, 2001.

GATTÁS, G.; SILVA, F.C.O.; BARBOSA, F.F.; DONZELE, J.L.; FERREIRA, A.S.; OLIVEIRA, R.F.M. **Níveis de lisina digestível em dietas para suínos machos castrados dos 60 aos 100 dias de idade**. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.41, p.91-97, 2012.

GUIMARÃES, C.P.; LANFER-MARQUEZ, U.M. Estimativa do teor de fenilalanina em sopas desidratadas instantâneas: importância do nitrogênio de origem não-protéica. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.42, p.365-375, 2005.

HAHN, J.D.; BAKER, D.H. Optimum ratio to lysine of threonine, tryptophan, and sulfur amino acids for finishing swine. **Journal Animal Science**, v.73, p.482-489, 1995.

HONG, J.S.; LEE, G.I.; JIN, X.H.; KIM, Y.Y. Effect of dietary energy levels and phase feeding by protein levels on growth performance, blood profiles and carcass characteristics in growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science and Technology**, v.58, p.37-47, 2016.

HOSOTANI, G. **Effects of reduced protein and diet complexity on performance and cost of nurse piglets**. 2013. 128p. Dissertation (Master of Science) – University of Missouri-Columbia.

JONES, D.B. Factors for converting percentages of nitrogen in foods and feeds into percentages of protein. **USDA Circular**, v.183, p.1–21, 1931.

KERR, B.J.; MCKEITH, F.K.; EASTER, R.A. Effect on performance and carcass characteristics of nursery to finisher pigs fed reduced crude protein, amino acid-supplemented diets. **Journal Animal Science**, v.73, p.433-440, 1995

KERR, B.J.; YEN, J.T.; NIENABER, J.A.; EASTER, R.A. Influences of dietary protein level, amino acid supplementation and environmental temperature on performance, body composition, organ weights and total heat production of growing pigs. **Journal Animal Science**, v.81, p.1998-2007, 2003.

KIDD, M. T.; KERR, B.J. Limiting amino acid responses in commercial broilers. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 9, n. 2, p. 223-233, 2000.

KIEFER, C.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. Lisina digestível para suínos machos não castrados de alto potencial genético em fase de crescimento. **Ciência Rural**, v.40, p.1630-1635, 2010.

KIM, Y.W.; INGALE, S.L.; KIM, J.S.; KIM, K.H.; CHAE, B.J. Effects of dietary lysine and energy levels on growth performance and apparent total tract digestibility of nutrients in weanling pigs. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.24, p.1256-1267, 2011.

LE BELLEGO, L.; VAN MILGEN, J.; NOBLET, J. Effect of high temperature and low-protein diets on the performance of growing-finishing pigs. **Journal Animal Science**, v.80, p.691-701, 2002.

LEE, J.H.; KIM, J.H.; KIM, J.D.; KIM, S.W.; HAN, I.N.K. Effects of low crude protein diets supplemented with synthetic amino acids on performance, nutrient utilization and carcass characteristics in finishing pigs reared using a phase feeding regimen. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.14, p.655-667, 2001.

LI, P.; ZENG, Z.; WAGNG, D.; XUE, L.; ZHANG, R.; PIAO, X. Effects of the standardized ileal digestible lysine to metabolizable energy ratio on performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v.3, p.2-9, 2012.

LOURENÇO, S.O.; BARBARINO, E.; MARQUEZ, U.M.L.; AIDAR, E. Distribution of intracellular nitrogen in marine microalgae: basis for the calculation of specific nitrogen-to-protein conversion factors. **Journal of Phycology**, v.34, p.798-811, 1998.

MARTÍNEZ-AISPURO, J.A.; FIGUEROA-VELASCO, J.L.; CORDERO-MORA, J.L.; RUÍZ-FLORES, A.; SÁNCHEZ-TORRES, M.T.; ORTEGA-CERRILLA, M.E.; NARCISO-GAYTÁN, C. Niveles óptimos biológicos de lisina para cerdos en crecimiento-finalización. **Revista Científica**, v.24, p.64-72, 2014.



MILLER, P.S.; LEWIS, A.; WOLVERTON, C.; BORLAND, C. Performance of growing-finishing pigs consuming diets formulated on an ideal protein (first four limiting amino acids) basis. **Nebraska Swine Reports**. Paper 184, 1996. Disponível em: <[http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1189&context=coopext\\_swine](http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1189&context=coopext_swine)>. Acesso em: 20 dez. 2016.

MITCHELL, H.H. **Comparative nutrition of man and domestic animals**. New York, NY: Academic Press. 1964.

NRC. **Nutrient requirements of swine**. National Academy of Sciences, Washington, D.C., US., 2012.

NSNG. **National Swine Nutrition Guide**. Tables on Nutrient Recommendations, Ingredient Composition, and Use Rates. Collaboration among universities, agri-businesses and the U.S. Pork Center of Excellence. 2010.

ORESANYA, T.F.; BEAULIEU, A.D.; BELTRANENA, E.; PATIENCE, J.F. The effect of dietary energy concentration and total lysine/digestible energy ratio on the growth performance of weaned pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, v.36, p.45-55, 2006.

ROCHA, G.C.; DONZELE, J.L.; SILVA, F.C.O.; DONZELE, R.F.M.O.; KIEFER, C.; ALEBRANTE, L.; PAULINO, P.V.R.; SERÃO, N.V.L. Nutritional plans of digestible lysine for growing-finishing gilts. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.43, p.457-463, 2014.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras de aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos**. 3ª ed., Viçosa, MG: UFV, p.252, 2011.

SÁ, L.; NOGUEIRA, E.T. **Atualização das relações valina e isoleucina com a lisina na proteína ideal para frangos de corte e suínos**. 2010.4p. (Relatório técnico).

SAAB, M.S.B.L.M.; NEVES, M.F.; CLAÚDIO, L.D.G. O desafio da coordenação e seus impactos sobre a competitividade de cadeias e sistemas agroindustriais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.412-422, 2009.

SAKOMURA, N.K.; SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P.; FERNANDES, J.B.K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2014. 678p.

SANTOS, F.A.; DONZELE, J.L.; SILVA, F.C.O.; OLIVEIRA, R.F.M.; ABREU, M.L.T.; SARAIVA, A.; HAESE, D.; LIMA, A.L. **Níveis de lisina digestível para suínos machos castrados de alto potencial genético dos 95 aos 125 kg**. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.14, p.1038-1044, 2011.

SERAO, M.C.R.; DONZELE, J.L.; SILVA, F.C.O.; OLIVERIA, R.F.M.; FERREIRA, A.S.; KILL, J.L.; APOLÔNIO, L.R. Níveis de lisina digestível de fêmeas suínas selecionadas para deposição de carne magra na carcaça dos 30 aos 60kg. **Revista Brasileira de Saúde e Produção animal**, v.13, p.433-443, 2012.

TOLEDO, J.B.; FURLAN, A.C.; POZZA, P.C.; CARRARO, J.; MORESCO, G.; FERREIRA, S.L.; GALLEGOS, A.G. Reduction of the crude protein content of diets supplemented with essential amino acids for piglets weighing 15 to 30 kilograms. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.43, p.301-309, 2014.

TRINDADE NETO, M.A.; MOREIRA, J.A.; BERTO, D.A.; ALBUQUERQUE, R.; SCHAMMASS, E.A. Energia metabolizável e lisina digestível para suínos na fase de crescimento, criados em condições de segregação sanitária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1980-1989, 2005.

TRINDADE NETO, M.A.; BERTO, D.A.; ALBUQUERQUE, R.; SCHAMMASS, E.A.; MIGUEL, W.C. **Níveis de proteína em dietas de suínos em fase de crescimento e terminação**. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.46, p.474-483, 2009.

VAN MILGEN, J.; DOURMAD, J.Y. Concept and application of ideal protein for pigs. **Journal of animal Science and biotechnology**, v.6, p.1-11, 2015.

VIDAL, T.Z.B.; FONTES, D.O.; SILVA, F.C.O.; VACONCELLOS, C.H.F.; SILVA, M.A.; KILL, J.L.;



SOUZA, L.P.O. Efeito da redução da proteína bruta e da suplementação de aminoácidos para suínos machos castrados, dos 70 aos 100kg. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, p.914-920, 2010.

WANG, T.C.; FULLER, M.F. The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs. **British Journal of Nutrition**, v.62, p.77-89, 1989.

YUE, L.Y.; QIAO, S.Y. Effects of low-protein diets supplemented with crystalline amino acids on performance and intestinal development in piglets over the first 2 weeks after weaning. **Livestock Science**, v.115, p.144-152, 2008.

ZANGERONIMO, M.G.; FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F.; RODRIGUES, P.B.; MURGAS, L.D.S. Redução do nível de proteína bruta da ração com suplementação de aminoácidos sintéticos para leitões na fase inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.849-856, 2006.

ZANGERONIMO, M.G.; FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F.; GIRÃO, L.V.C.; AMARAL, N.O.; SILVEIRA, H. Desempenho e características de carcaça de suínos dos 20 aos 50kg recebendo rações com reduzido teor de proteína bruta e diferentes níveis de lisina digestível verdadeira. **Ciência Rural**, v.39, p.1507-1513, 2009.

## SISTEMA AGROFLORESTAL: UM ESTUDO DE CASO NO SÍTIO SIÃO NA COMUNIDADE BOM SOSSEGO, BELTERRA-PA

### **Jardriana Carvalho de Oliveira**

Instituto Esperança de Ensino Superior-IESPES  
Gestora Ambiental, Santarém-Pará

### **Diemenson Noronha Mendes**

Instituto Esperança de Ensino Superior-IESPES  
Gestor Ambiental, Santarém-Pará

### **Pedro Celson Bentes Castro**

Instituto Esperança de Ensino Superior-IESPES  
Gestor Ambiental, Santarém-Pará

### **Marijara Serique de Almeida Tavares**

Instituto Esperança de Ensino Superior-IESPES  
Engenheira Agrícola, Santarém-Pará

**RESUMO:** Os Sistemas agroflorestais (SAFs) é uma forma de manejo e uso da terra para aliar a estabilidade do ecossistema, visando à eficiência e otimização de recursos naturais na produção de um sistema integrado e sustentável. A partir da aparente viabilidade do uso de sistemas agroflorestais em pequenas propriedades, é preciso analisar as informações do estado socioeconômico da área, assim como a percepção ambiental do proprietário. Objetivando levantar as variedades de espécies cultivadas na área, averiguar as técnicas de manejo exercidas pelo proprietário e identificar e analisar quais as vantagens e desvantagens dos SAFs associados à organização familiar. Em, 2016 foi conduzida uma pesquisa de campo

e bibliográfica sobre esse sistema tendo como ênfase a comunidade Bom Sossego localizada na BR 163, km 76, município de Belterra, Pará. O SAF em estudo é o sistema silviagrícola ou agrossilviagrícola que é a associação de essências florestais com espécies frutíferas anuais ou perenes. A principal explicação do agricultor para a introdução desse sistema foram os motivos econômicos e sociais. O agricultor demonstrou capacidade de decisão sobre a combinação ideal para seu sistema agrícola. O estudo de caso mostra a importância do sistema para a agricultura familiar e para o ecossistema, bem como os desafios que implicam a adoção do SAFs. Abordagem sistêmica é útil no entendimento das relações e dos processos sociais, os quais são importantes aspectos na questão rural e agrária.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistema agroflorestal, Manejo, Agricultura, Silviagrícola.

**ABSTRACT** Agroforestry Systems (SAFs) is a form of land management and use to combine ecosystem stability, aiming at the efficiency and optimization of natural resources in the production of an integrated and sustainable system. From the apparent feasibility of the use of agroforestry systems in small farms, it is necessary to analyze the information of the socioeconomic state of the area, as well as the environmental perception of the owner. Aiming

to raise the varieties of cultivated species in the area, investigate the management techniques exercised by the owner and identify and analyze the advantages and disadvantages of SAFs associated with family organization. A field and bibliographical research on this system was conducted in 2016, with emphasis on the Bom Sossego community located at BR 163, km 76, Belterra, Pará municipality. The SAF under study is the silviagrícola or agrosilviagrícola system that is the association of essences with annual or perennial fruit species. The main explanation of the farmer for the introduction of this system was the economic and social reasons. The farmer has demonstrated the ability to decide on the ideal combination for his farming system. The case study shows the importance of the system for family agriculture and for the ecosystem, as well as the challenges that imply the adoption of SAFs. Systemic approach is useful in understanding relationships and social processes, which are important aspects in rural and agrarian issues.

**KEYWORDS:** Agroforestry system, Management, Agriculture, Silviagrícola

## 1 | INTRODUÇÃO

Os sistemas agroflorestais-SAFs podem ser entendidos como formas de uso e manejo da terra, nas quais árvores são utilizadas em conjunto com a agricultura numa mesma área, de maneira simultânea ou numa sequência de tempo. É a imitação da cobertura vegetal da floresta, podendo ser associada com uma ou mais espécies agrícolas ou animais, isso porque as espécies florestais fornecem produtos úteis ao produtor, além de preencher um papel importante na manutenção da fertilidade do solo. Existem três tipos de Sistemas Agroflorestais: Silviagrícola ou agrossilviculturais, (Espécies florestais e culturas agrícolas); Silvipastoril (Espécies florestais e forrageiras para alimentação animal) ou (espécies florestais, forrageiras e animais) e Agrossilvipastoril (Espécies florestais, culturas agrícolas e forrageiras para alimentação animal). Esses sistemas distinguem-se por diversos fatores correlacionados com o clima e o solo onde está sendo desenvolvido.

O SAFs (sistemas agroflorestais) tem sido uma opção de muitas famílias do campo, buscando melhores resultados em suas áreas de produção através da consorciação de espécies. A agricultura familiar é fundamentada no uso de áreas de exploração agrícola reduzida, exigindo conscientização do agricultor na escolha do modelo de exploração adotado, para garantir a sua sustentabilidade ao longo dos anos.

Atualmente temos visto a grande repercussão das problemáticas ambientais ocorridas através do mal uso do solo e dos recursos naturais. A degradação ambiental tem preocupado bastante, pois tem colocado em risco a qualidade de vida de todos os seres vivos do planeta, nos mostrando a necessidade que temos de preservar e conservar as florestas, adotando medidas de sustentabilidade. O que nos motivou

a fazer esse estudo foram os diversos benefícios que os SAFs propiciam ao meio ambiente e ao produtor, se destacando como uma forma sustentável de produzir alimentos visando as presentes e futuras gerações.

Portanto, foi realizado um estudo de caso com enfoque qualitativo tendo como objetivo geral, identificar os resultados positivos adquiridos através do sistema agroflorestal, tanto para o produtor quanto para o meio ambiente, e, conseqüentemente apontar condições que podem ser aprimoradas para o aumento da produtividade tendo como base, a sustentabilidade.

## 2 | SISTEMAS AGROFLORESTAIS

O Centro Mundial Agroflorestal (The World Agroforestry Centre) possui uma definição simples e abrangente, definindo SAFs como “a integração de árvores em paisagens rurais produtivas, salientando a importância das árvores, tanto nos sistemas de produção como nas paisagens”.

Um sistema agroflorestal é uma forma de produzirmos alimentos ao mesmo tempo em que conservamos ou recuperamos a natureza. Isso é possível porque nessa forma de produção, ao invés de retirarmos toda a vegetação original e plantarmos apenas uma cultura em uma larga extensão de terra, procuramos entender o funcionamento da natureza e imitá-la, utilizando as relações entre os seres vivos a nosso favor e estimulando a biodiversidade.

Para Medrado (2003), são muitas as definições sobre SAFs, e define como:

Um sistema de manejo sustentado da terra que aumenta o rendimento da mesma, combinando a produção de plantas florestais com cultivos agrícolas e/ou animais, simultâneos ou consecutivamente, de forma deliberada, na mesma unidade de terreno, envolvendo práticas de manejo em consonância com a população local.

Os sistemas agroflorestais podem ser entendidos como uma forma de manejo da terra, nas quais árvores são usadas em conjunto com agricultura numa mesma área, essa consorciação traz vários benefícios ao produtor e ao meio ambiente. O produtor terá uma grande variedade de produtos para oferecer ao mercado durante todo o ano e ao mesmo tempo esse sistema contribuirá para o enriquecimento do solo. O sistema é planejado para permitir colheitas desde o primeiro ano de implantação, de forma que o agricultor obtenha rendimentos provenientes de culturas anuais, hortaliças e frutíferas de ciclo curto, enquanto aguarda a maturação das espécies florestais e das frutíferas de ciclo mais longo.

Trabalhar com esse sistema de produção poderá ser uma opção viável na escolha pelo pequeno produtor. Deve ser levado em conta as práticas culturais das populações locais onde o sucesso depende muitas vezes do agricultor que, amparado tecnicamente, deve ter o espírito inovador e investigativo para experimentar novas formas de associação de culturas, mas sem deixar de ser atento e cauteloso

na observação dos resultados e problemas que possam surgir. Os conhecimentos práticos, aliados ao conhecimento científico, dão uma grande contribuição na condução dos plantios.

Segundo Abdo, Valeri e Martins (2008) o agricultor deve escolher uma variedade de espécies adaptadas à região e promover uma boa interação entre elas e realizar o uso adequadamente do meio físico. Também deve considerar as necessidades de mercado, analisando a sua viabilidade econômica para que o investimento seja compatível com a produção esperada.

De acordo com a disposição das espécies no campo, os modelos podem ter uma grande variação, consistindo desde sistemas mistos adensados como quintais caseiros, mistos de baixa densidade. E de acordo com a disposição das espécies no tempo, os SAFs podem ser simultâneos ou sequenciais. Os sequenciais ocorrem de forma que haja um intervalo de tempo entre a colheita da primeira cultura e a semeadura da cultura subsequentes. Já para os simultâneos podem-se observar que existem várias situações: duas culturas com a mesma época de plantio e colheita, culturas de mesma época de semeadura e épocas diferentes de colheita.

Montoya e Mazuchowski (1994 apud VALERI et al. 2003, p.180) complementam que os SAFs constituem opção objetiva para melhorar e conservar os recursos produtivos, com aumento da oferta de madeira, alimentos e de outros bens e serviços de forma sequencial ou simultânea na mesma unidade de área. A ciclagem de nutriente é responsável pelo enriquecimento do solo e assim faz com que a produtividade se mantenha. A importância da utilização de sistemas agroflorestais fica mais evidente, quando constatamos a existência de grandes áreas improdutivas em consequência da degradação resultante principalmente da prática do cultivo itinerante, reconhecidamente uma modalidade não sustentável dos solos.

Em suma, a diversificação de produtos, a maior segurança alimentar, a sustentabilidade ambiental, o incremento na fertilidade do solo e a redução gradativa nos custos de produção fazem da agrofloresta uma excelente opção para a agricultura familiar no Brasil (ARMANDO et al 2002).

Os autores conceituam os Sistemas Agroflorestais como formas de manejar e fazer uso da terra, mesmo expressadas de formas parecidas, alguns deles enfatizam talvez o mais importante, que é o verdadeiro papel de um SAFs, promover benefícios ambientais, econômicos e sócias, ou seja, qualidade de vida ao meio ambiente em geral pensando sempre nas presentes e futuras gerações.

## **2.1 Tipos de sistemas agroflorestais**

Para Bernardes (2008 apud ABDO; VALERI; MARTINS, 2008 p.4) os sistemas agroflorestais podem ser classificados em:

Silviagrícola ou agrossilviculturais, (Espécies florestais e culturas agrícolas);

Silvipastoril (Espécies florestais e forrageiras para alimentação animal) ou (espécies florestais, forrageiras e animais) e Agrossilvipastoril (Espécies florestais, culturas agrícolas e forrageiras para alimentação animal).

Compreende-se que são diversas as opções que o agricultor pode utilizar no seu manejo, mas depende muito do local que vai ser implantado o sistema. É preciso conhecer bem a área, o solo e o clima local e conseqüentemente identificar quais espécies que se adaptam melhor no local, porque quanto mais o produtor conhece as espécies e seu uso, mais retorno ele pode ter do SAF, seja para o uso da família, alimentação animal ou em sua comercialização. Sabemos que algumas dificuldades do SAF devem ser vencidas para que se tenha sucesso. A diversidade de produção requer do proprietário uma mão-de-obra capacitada, para que o manejo e a exploração sejam racionais, eficientes e econômicos.

### *2.1.1 Silvi-agrícola ou agrossilviculturais*

Para Medrado (1998 apud VIEIRA et al 2015):

Os sistemas agrossilviculturais são caracterizados pela combinação da produção agrícola e florestal simultânea ou consecutiva, de forma deliberada, na mesma unidade de terreno, almejando um aumento de produtividade do solo através de um rendimento sustentado, por meio da aplicação de técnicas de manejo compatíveis com as práticas culturais da população local.

A grande importância das espécies florestais também conhecida como essência florestal, está relacionada com a grande contribuição de material orgânico e à decomposição de raízes, as quais podem fornecer nutrientes, como é o caso do nitrogênio pelas espécies leguminosas, para o aumento da produtividade de culturas agrícolas. Com isso, a prática de cultivo agrícola em associação com essas espécies poderá trazer retorno socioambiental satisfatório, devido ao aumento da produtividade através da disponibilidade de nutrientes oferecidos pela leguminosa, através da decomposição da manta florestal e de raízes mortas, acarretando a diminuição da utilização de fertilizantes químicos na agricultura.

Para Medrado (2000 apud VIEIRA 2015), no Brasil a maioria dos produtores rurais descarta o plantio de árvores em sua propriedade, pelo fato de elas ocuparem áreas destinadas à agricultura ou à pecuária. Dessa forma, a agrossilvicultura constitui-se numa excelente opção para reverter tal situação, visto que esses sistemas apresentam várias vantagens frente aos sistemas monoculturais, tais como utilização mais eficiente do espaço, redução efetiva da erosão, sustentabilidade da produção e estímulo à economia de produção.

Segundo Copijn, (1988 apud VIEIRA 2015) o sistema agrossilvicultural ou silviagrícola tem algumas limitações, citando como principais, as ecológicas, pois quando comparada a uma atividade de silvicultura, por exemplo, apresenta um uso mais intensivo da terra, devido à retirada de grande parte da produção e



consequentemente a saída dos nutrientes do sítio, podendo causar um distúrbio no ciclo mineral; a competição existente entre as espécies pode ocasionar perdas e danos ao ecossistema devido a reações com substâncias químicas, concorrência por luz, água ou nutrientes. Também existe a limitação econômica que é através de investimentos necessários para se iniciar um sistema agrossilvicultural que é a relativa demora para obter lucros, devido a tratar-se de espécies do ciclo longo, em parte do sistema; restrições ao tamanho da área a ser plantada, limitando algumas propriedades. E ainda as limitações sociais, onde à exigência de maior conhecimento, por parte do produtor para a implantação destes sistemas, exigência de mão-de-obra humana, pois nestes sistemas há dificuldade de introduzir mecanização. E por último as limitações científicas, carência de pesquisas, que comprovem o rendimento dos sistemas em diferentes locais e em diferentes condições e que transmitam uma caracterização do manejo adequado destes sistemas.

### *2.1.2 Silvistoril*

Os sistemas silvistoris são uma modalidade de agrofloresta e se caracterizam por integrar componentes lenhosos (árvores e arbustos), herbáceos (gramíneas e leguminosas) e animais herbívoros. Alguns ocorrem de forma natural, em diversos ecossistemas, enquanto outros são estabelecidos segundo um modelo planejado. As árvores contribuem com produtos e com serviços ambientais, necessários para garantir a sustentabilidade do sistema. Em determinados sistemas silvistoris, o produto animal é o prioritário e em outros, o produto principal é o arbóreo, como, por exemplo, naquela cuja finalidade é a produção de madeira, celulose, látex e frutas.

Para Veiga e Serrão (1994 apud Santos e Grzebieluckas, 2014):

Os sistemas silvistoris associam árvores com pastagem tendo como regra um componente animal ruminante de médio ou grande porte. Para efeito de abordagem podem ser classificados em dois grupos: eventuais e verdadeiros. Eventuais - são sistemas em que a associação árvore e pastagem se estabelecem num determinado momento de uma exploração arbórea ou pecuária convencional. Verdadeiros - é a integração do componente arbóreo desde o planejamento do empreendimento, coexistindo uma associação dentro de um determinado nível de participação. São plantios regulares feitos nos espaçamentos ou nas densidades próprias, onde a possibilidade de supressão de um componente por outro é deliberadamente reduzida.

Fazer a consorciação com reflorestamento e pecuária por meio do sistema silvistoril tornou-se uma ótima alternativa de renda e uma prática ambientalmente correta para os produtores rurais. Esta diversificação promove novas opções de mercado, tornando-se uma estratégia contra possíveis entraves econômicos, podendo ser um diferencial competitivo do agronegócio brasileiro, tanto para o setor pecuário, quanto para o setor de base florestal.

Santos e Grzebieluckas 2014, apontam outros benefícios dos Sistemas

Silvipastoris como as árvores, ao proporcionar sombra, quebra-vento e abrigo, diminuem o estresse climático, gerando aumento na produção animal, redução do calor por meio da sombra, pode resultar em aumento da estação de pastejo, maior ganho de peso dos animais, aumento na produção de leite e lã, elevação na taxa de reprodução, resultante da ocorrência precoce da puberdade, maior vida útil reprodutiva, menor perda de embriões, regularização do período fértil e menor número de machos necessários para monta, maiores chances de sobrevivência dos bezerros em virtude da melhoria de qualidade de vida para as matrizes, em razão de partos mais confortáveis e da maior produção de leite.

### *2.1.3 Sistema agrossilvipastoril*

Para Oliveira (2013) Sistema agrossilvipastoril ou integração lavoura-pecuária-floresta, que integra os componentes agrícola, pecuário e florestal em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área, sendo que o componente agrícola pode ser utilizado na fase inicial de implantação do componente florestal ou em ciclos durante o desenvolvimento do sistema.

Para Filho (2012), o sistema agrossilvipastoril (florestas com agricultura e pecuária simultânea ou sequencial), que compõem o sistema agroflorestal, visa a integração lavoura, pecuária/floresta, sendo que a distribuição de mão de obra é mais uniforme durante o ano, apresentando uma melhoria das condições de vida promovida pela diversidade de produção, pois diminui os riscos e incertezas do mercado. Ou seja, o produtor não precisará se preocupar com o “vai e vem” do mercado, sempre terá opção de comercialização.

A diversificação rural tem chamado atenção de muitos agropecuaristas, devido à instabilidade no campo. Em diversas regiões do Brasil, encontramos produtores insatisfeitos com os resultados dos modelos convencionais de produção, com preços inviáveis ou injustos, além das intempéries ocorridas com muita frequência, por isso, perante os problemas enfrentados no campo nesses últimos anos, alguns termos atrativos tem sido muito utilizados, como, por exemplo, a otimização da propriedade rural, os modelos modernos de gestão, sistemas integrados de produção, aproveitamento de todos os metros quadrados da área, alternativas de produção e muitos outros.

Filho (2012) ainda destaca que o sistema agrossilvipastoril tem otimizado a exploração econômica do setor agropecuário, e não há nada que desabone a utilização da integração. Os resultados vão desde 30% de aumento na produtividade do leite, e podem até duplicar o ganho de peso diário dos animais dependendo da prática adotada e do manejo utilizado. Além disso, temos a floresta para ser explorada ou cortada após um período maior, o que pode ser considerado como uma poupança florestal.

Desta forma, o cultivo de florestas, integrado com outras atividades, sejam agrícolas ou de pecuária, torna-se uma das melhores alternativas como complemento

de adaptação em qualquer região do país. Isso por que uma atividade complementa a outra, dando mais comodidade ao produtor, e facilitando a mão de obra. Porém, é importante ressaltar que para colher resultados promissores, de alta produtividade, precisamos equilibrar os solos no sistema, fazendo uma prévia descrição e análise para ver qual melhor se adapta ao solo pretendido, e com qual pecuária a floresta melhor se desenvolve.

### **3 | SAFS COMO ALTERNATIVA PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**

Sabemos que em nosso país, muito se tem enfrentado problemáticas ambientais em decorrência do grande desmatamento gerado pela pecuária extensiva. Grandes áreas sendo degradadas e que precisam urgentemente ser regeneradas ou compensada de alguma forma ao amenizar ou corrigir os danos ocasionados, e, sem soma de dúvidas os SAFs tem se tornado uma técnica importante para o processo de recuperação dessas áreas. O interessante desses sistemas é a possibilidade de permitirem a conservação e o fluxo de espécies da flora e da fauna nativa, quando arvores são inseridas a eles.

Para Daniel, Couto e Vitorino (1999, p.151):

A degradação de pastagens têm sido uma constante nos países tropicais, cujo processo é favorecido pelas condições edafoclimáticas, aliadas ao mal manejo de animais e solos, à desinformação e à falta de recursos financeiros por parte dos produtores rurais.

O processo de degradação se dá pelo manejo inadequado do solo e dos animais em decorrência da ausência de conhecimento técnico. O amparo técnico e indispensável para um bom funcionamento e manejo de uma área, quando feito de forma correta refletirá diretamente na produtividade com responsabilidade ambiental.

Os sistemas agroflorestais estão sendo reconhecidos como uma importante alternativa de uso da terra em áreas alteradas e abandonadas, que pode desempenhar um papel fundamental nos planos de desenvolvimento das regiões tropicais úmidas Vergara (1987), principalmente, na Amazônia brasileira.

O sistema agrossilvipastoril é de extrema importância para a recuperação de pastagens degradadas pela falta de manejo adequado, pois é fundamentado em tecnologias não agressivas ao meio ambiente, uma vez que combina cultura, árvores e animais em um conceito de imitação dos ecossistemas naturais. A manutenção de árvores, tanto no campo agrícola, como no pastoril, constitui garantia de que o impacto da exploração sobre a circulação de nutrientes será minimizado e, conseqüentemente, mantida a fertilidade natural pelo aporte contínuo de matéria orgânica (SEGHESE, 2009 apud SALEM e FERREIRA, 2011. P.2).

Para Oliveira e Schereiner, (1987 apud CHAVES, et al, S/D), os SAF's têm sido praticados desde muitos séculos, embora somente nos últimos anos tenha merecido

atenção especial, graças aos benefícios que podem oferecer quanto ao uso dos solos, sob o aspecto ecológico. De acordo com Daniel et al.(1999), os SAFs têm sido preconizados como sistemas sustentáveis e divulgados como uma solução alternativa para a recuperação de áreas degradadas, envolvendo não só a reconstituição das características diretamente relacionadas ao solo, como também a recuperação da paisagem de uma forma geral, a qual envolve todos os fatores responsáveis pela produção em harmonia com o ecossistema: o solo, a água, o ar, o microclima, a flora e a fauna.

Neste contexto os autores mencionam que os SAF têm potencialidade, em vista das seguintes características: transferência de nutrientes de camadas inferiores para a superfície do solo; fixação de nitrogênio; redução de erosão e de lixiviação; aumento do teor de matéria orgânica, de umidade de fauna do solo; formação de microclima ameno, tanto para o solo quanto para os animais; transformação da paisagem; e aumento da biodiversidade. Outra forma de utilização do SAF se baseia na restauração e recomposição da reserva legal no qual é permitido o manejo sustentável da vegetação arbórea. Segundo estudos, as espécies arbóreas devem, necessariamente, serem as nativas típicas da região e, entre outras podem ser frutíferas. Essas espécies além de úteis para a alimentação humana serviriam como fonte de alimentação para os animais.

## **4 | BELTERRA-PA E COMUNIDADE BOM SOSSEGO**

### **4.1 Histórico Belterra**

O Município de Belterra, localiza-se no Estado do Pará, a uma latitude de 02°38`11" Sul, longitude de 54°56`1" Oeste, e altitude de 152 metros, no entorno da BR 163, sua área territorial de 2.640,699 km<sup>2</sup>. Esta Rodovia possui 1.780 km de extensão, que faz a ligação entre Cuiabá-MT e Santarém-PA, deste perímetro 106 km fazem parte do município de Belterra, onde estão estabelecidas 32 comunidades.

Em 2016 a estatística populacional indicou a existência de aproximadamente 19.659 habitantes, entretanto, esse número, por diversos fatores, decaio em mais de 2.500 pessoas.

A origem de Belterra está ligada ao processo de expansão do comércio da borracha, por volta de 1840, no momento que coincide com a nova fase de ocupação da Amazônia. Por conta da demanda do comércio internacional de borracha natural da Amazônia, basicamente toda a região foi explorada, e Belterra por conta dos plantios de seringueiras do milionário Henry Ford, pode ser entendida como um caso à parte na história da economia gomífera. A companhia Ford se instalou na região com objetivo de liderar a indústria automobilística nos Estados Unidos, o comércio de borracha natural, por conta disso, procurou viabilizar um cultivo racional de seringueiras na

Amazônia, notadamente na região de Belterra e Fordlândia para transformá-las nas maiores produtoras de borracha natural.

Hoje a economia do Município apesar das atividades de comércio, pecuária e extrativismo, gira em torno da agricultura. A agricultura familiar predomina com prática da atividade de corte e queima, cujo principal cultivo é o de lavoura branca, sobretudo a mandioca para produção da farinha, ocorrendo ainda o plantio das demais culturas de subsistência como arroz, milho, feijão, além de hortaliças e frutíferas para o consumo. O extrativismo é praticado nas comunidades que estão localizadas principalmente nas margens do Rio Tapajós, mas trata-se de uma atividade que complementa a renda familiar. Uma grande parte dos recursos naturais abundante na região não é utilizada estrategicamente como fonte de renda por falta de incentivo e apoio técnico, sobretudo dos recursos madeireiros e não madeireiros como (os óleos, as resinas, as talas, os cipós, essências, etc.)

## **4.2 Comunidade Bom Sossego – Sítio Sião**

A comunidade de Bom Sossego pertence ao município de Belterra, foi fundada no ano de 2002 com aproximadamente 23 famílias considerados posseiros, oriundos da mesma região. A área que foi tomado posse pertencia à União. Segundo líder comunitário, a origem do nome Bom Sossego se deu pelo fato da comunidade ser aconchegante e tranquila.

A propriedade em estudo chama-se “Sítio Sião”, localizada dentro da comunidade Bom Sossego, próximo a Floresta Nacional do Tapajód-FLONA, medindo aproximadamente 20 (vinte) hectare em sua área total, sendo utilizada 1 (um) hectare para trabalhar com SAFs. O proprietário reside à 13 (treze) anos na comunidade e há 10 (dez) anos faz uso do manejo do sistema agroflorestal.

### **4.2.1 Localização**

A comunidade de Bom Sossego está localizada a esquerda da BR 163, município de Belterra-PA, Rodovia Santarém Cuiabá Km 76, como mostra a figura 1.

## Localização da Comunidade Bom Sossego

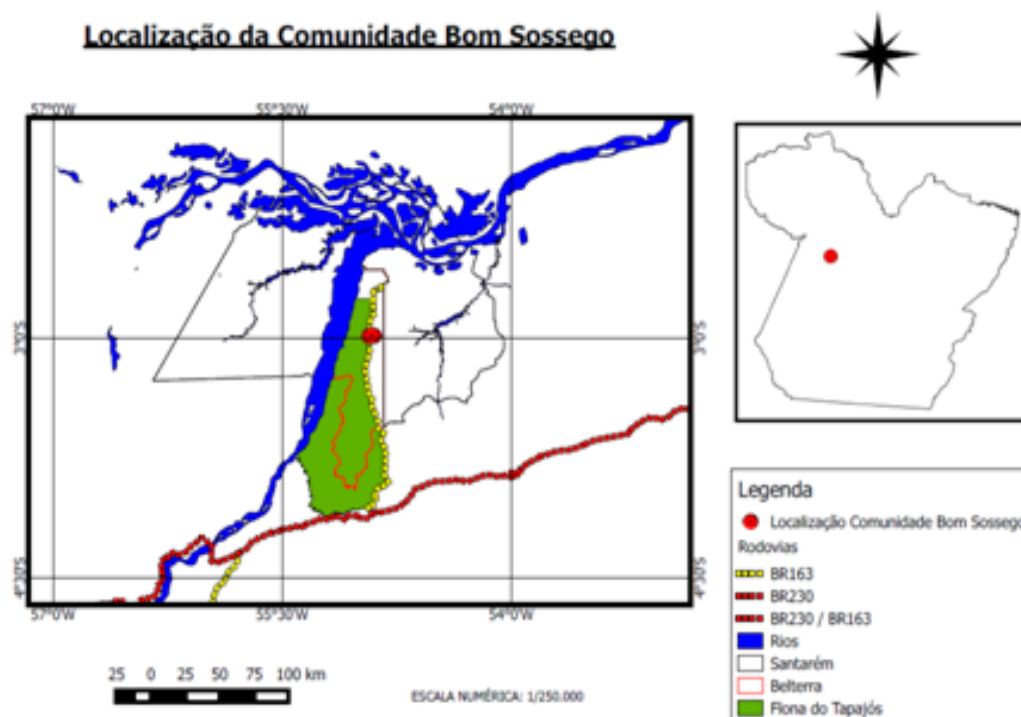


Figura 1: Localização da comunidade Bom Sossego

Fonte: Gláucia Gomes

## 5 | METODOLOGIA

### 5.1. Tipo de estudo

O trabalho trata-se de uma pesquisa de campo, do tipo estudo de caso com enfoque qualitativo.

### 5.2 Local/contexto

O estudo foi realizado em uma propriedade particular, denominada “Sítio Sião” medindo aproximadamente 20 (vinte) hectares, mas, o proprietário trabalha com o SAFs (sistema agroflorestal) apenas com 1 (um) hectare da área total. Fica situada na comunidade de Bom Sossego, localizada a esquerda da BR 163, Santarém Cuiabá Km 76. O motivo da escolha do local se deu pelo fato do produtor trabalhar com o sistema agroflorestal nos dando subsidio enfático referente ao tema escolhido para o estudo.

### 5.3 Técnicas de coleta e análise de dados

Foi realizado uma pesquisa bibliográfica que segundo Marconi e Lakatos (1992 apud PERSKE 2004), a pesquisa bibliográfica é o levantamento de toda a bibliografia já publicada, em forma de livros, revistas, publicações avulsas e imprensa escrita.



A sua finalidade é fazer com que o pesquisador entre em contato direto com todo o material escrito sobre um determinado assunto, auxiliando o cientista na análise de suas pesquisas ou na manipulação de suas informações.

Para coleta de dados foi realizado uma visita em loco na propriedade em estudo, no dia 02/04/2016, onde foi feito uso de um questionário direcionado ao proprietário, com 11 (onze) perguntas abertas e 10 (dez) fechadas. Além disso, para obtermos mais informações fizemos uso da técnica de observação e registros fotográficos da área.

Posteriormente os dados coletados foram apresentados de forma descritiva na produção do mapa de localização da comunidade, através do programa Quantum Gis 2.4.

## 6 | RESULTADOS

O estudo de caso do sistema agroflorestral foi realizado na propriedade denominada Sitio Sião localizado na comunidade de Bom Sossego, situado no município de Belterra na BR 163 KM 76. O tamanho da propriedade soma-se 20 (vinte) hectares, sendo que o SAF's é trabalhado em apenas 1 (uma) hectare.

Com base nas informações obtidas pelo proprietário, através do questionário direcionado a ele, identificamos que o manejo do SAF's se deu pela grande preocupação do mesmo pela conservação das florestas para as gerações futuras, relatando a grande degradação ambiental existentes em nossos dias atuais, podendo assim contribuir com a promoção da qualidade de vida.

Para o CMMAD, (1988 apud FREITAS 2008, p.33):

No mundo a cada ano, aproximadamente, seis milhões de hectares de terras produtivas se desgastam pela erosão e passam à condição de deserto. Anualmente, são destruídos mais de 11 milhões de hectares de florestas tropicais em várias regiões do planeta. Grande parte dessas florestas é transformada em terra agrícola de baixa fertilidade, incapazes de prover o sustento dos que nela se estabelecem.

O autor aponta a dura realidade vivida em nosso planeta, com relação às significativas degradações ambientais que vem impactando diretamente o meio ambiente. Com isso, é possível entender a grande preocupação do proprietário em adotar formas de cultivos que possam compensar os danos ocasionados pelo mal uso do solo, mesmo sendo uma área pequena, ele afirma que é possível trabalhar de forma sustentável pensando nas gerações futuras.

O manejo desse sistema na propriedade existe há 10 (dez) anos, sendo que nos primeiros 3 (três) anos o proprietário contou com um apoio técnico particular, vencendo esse período continuou com suas atividades ampliando a sua área de manejo e introduzindo mais espécie no local. O autor citado acima relata que o conhecimento do agricultor com relação às espécies e seu uso é muito importante

para se ter mais retorno do SAF, justificando a fala do proprietário quando diz que há uma grande dificuldade com a ausência de um acompanhamento especializado, pois quando as dúvidas surgem, o conhecimento técnico é importante. Relata ainda que, o técnico, na tomada de decisão para implantação de uma espécie na área do manejo, é fundamental para saber se a espécie vai ser apropriada para local, com relação espaçamento entre elas e uma série de cuidados que deve ser observado.

Segundo Chaves et al (2002) os SAF's oferecem diversidade de produtos, fontes de renda para o produtor ao mesmo tempo em que, contribuem para minimizar os prejuízos com a quebra de algumas safras. A maior diversidade de espécies implantadas neste sistema contribui para uma distribuição de trabalho no campo durante todo o ano ocupando a mão-de-obra familiar, proporcionando melhoria da qualidade de vida.

Com base na fala do autor, para o proprietário, o SAFs trouxe mais benefícios para sua produção familiar, em resposta ao nosso questionário, seguramente justificou que esse sistema por ter essa característica na diversificação de espécie, faz com que se tenha produtos o ano inteiro, exemplificando melhor como uma safra alternada, quando não tem a pupunha, tem o cupuaçu, a laranja, a tangerina e assim sucessivamente. Relata também a respeito do sombreamento, que torna o clima mais agradável para realizar a manutenção da área e também para sua família, tendo como benefícios para o melhorar a qualidade de vida.

Utilizando a técnica de observação e o apoio do agricultor, identificamos que o sistema agroflorestal implantado na área se caracteriza como um sistema silviagrícola ou agrossilvicultural (espécies florestais e culturas agrícolas). O proprietário cultiva na sua área, essências florestais e espécies frutíferas, são essências florestais, Tatajuba (*Bagassa guianensis*), Breu (*Protium tenuifolium*), Cumaru (*Dipteryx odorata*), Copaíba (*Copaifera langsdorffii*), Jacarandá (*Jacaranda cuspidifolia*), Itaúba (*Mezilaurus irauga*), Mogno Africano (*Khaya ivorensis*), Ypê Amarelo (*Tabebuia cf. incana*), Andiroba (*Carapa guianensis*), Castanha do Pará (*Bettoelha exelsa*), Cedro Branco (*Cedrela fissilis*), Acácia (*Acacia mangium*), Pequiá (*Buchenavia sp*), Jatobá (*Hymenaea courbaril*), Jarana (*Lecythis lúrida*), Fava caracaxá (*Phaseolus lunatus*); são espécies frutíferas, Muruci (*Byrsonima crassifólia*), Pupunha (*Bactris gasipaes*), Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), Laranja (*Citrus Sinensis*), Tangerina, Abacate (*Persea Gratissima*), Manga (*Mangifera indica*), Acerola, Goiaba (*Psidium Guayava*), Açaí (*Euterpe oleracea*), Taperebá, Biribá (*Rhollinea orthopetala*), Jaca, Limão (*Citrus Limonum*), Pajurá, Graviola (*Annona Muricata*), Taperebá (*Cabralea canjerana*) e a Pitomba. Dentre as espécies citadas temos algumas espécies exóticas, vinda de outras regiões, no caso a Acácia Manjo, Ypê Amarelo, Cedro Branco, Mogno Africano, Fava Caracaxá e o Jacarandá. Além disso, segundo o proprietário, dentre essas espécies, a que não se adaptou ao local foi a Acácia Manjo, por ser uma espécie frágil e fácil de ser arrancada pela força do vento, causando prejuízos quando lançadas sobre outras espécies.

Para Santos, (2000 apud CHAVES et al 2002):

As árvores utilizadas em SAFs podem ter diversas funções: arborização de pastos e culturas, barreiras vivas, cercas vivas, quebra-ventos, revegetação de áreas degradadas, fonte de proteína para animais, adubação verde, bosque de proteção, fornecimento de matriz energética para obtenção de biocombustíveis, apicultura, forragem, alimentação e celulose.

As figuras a seguir exemplificam a grande importância do sombreamento das espécies florestais para o cultivo do cupuaçu no período de seca prolongada como ocorreu no ano de 2015 em nossa região.

Observa-se na figura 1 que parte do plantio de cupuaçu está sem qualquer tipo de proteção vegetal, devido a isso, com a forte seca vivenciada no ano de 2015 (dois mil e quinze), não resistiram por falta de chuva durante o período de estiagem.



Figura 1: Plantio de cupuaçu sem sombreamento

Fonte: autores do trabalho

A figura 2 mostra que, com o sombreamento das essências florestais, o plantio de cupuaçu se manteve vivo com mais resistência.



Figura 2: Plantio de cupuaçu com sombreamento

Fonte: Autores do trabalho

O agricultor, além de afirmar que a safra alternada é uma das vantagens de se trabalhar com SAFs, relata algo bem importante, diz que a produção do cupuaçu em consorciação com essências florestais, aumentou significativamente, devido ao sombreamento e o enriquecimento do solo através da decomposição da biomassa.

Para Young, (1990); Krishnamurthy e Ávila, (1999 apud FREITAS 2008):

Os SAF atuam não só na diversificação de produtos, como também na proteção e fertilização dos solos, evitando a erosão e melhorando a ciclagem de nutrientes. Uma das vantagens dos SAF é, principalmente, a capacidade de manter bons níveis de produção a longo prazo, de melhorar a produtividade de forma sustentável e de reduzir os custos dos insumos, principalmente, no que diz respeito ao uso de adubos químicos.

A adubação verde também é uma característica muito importante dos SAFs, pois exerce o papel de proteger o solo e aduba-lo naturalmente sem precisar fazer uso de adubação química. Favorecendo também, a ciclagem de nutrientes no solo devido a decomposição da matéria orgânica produzida no próprio sistema, o sombreamento do solo contribuiu para o aumento da retenção de umidade e, o manejo do solo com cobertura constante de restos culturais.

A figura 3 comprova a eficiência de um SAFs na produção de adubação verde, sombreamento e também na proteção do solo.



Figura 3: Adubação por folhagem

Fonte: Autores do trabalho

“Estes sistemas têm, como a floresta raízes permanentes e muita biomassa por unidade de superfície, e protegem também o solo, o que faz uma opção interessante para o uso da terra, na Amazônia” (VAN LEEUWEN et al, 1997 apud FREITAS 2008).

Segundo o agricultor, no período de implantação dos SAFs, foram utilizadas as ferramentas básicas da agricultura familiar como, enxada, foice, teçado, machado e outros e para manutenção da área em manejo é utilizado apenas uma roçadeira costal operada pelo próprio proprietário. E, apesar das dificuldades para se iniciar os SAFs, devido o retorno ser um pouco demorado, afirma não ser uma desvantagem, pois, tudo que for proposto a fazer na propriedade será gerado custos financeiros ou serviços. Afirma ainda que a manutenção dos SAFs se torna menos trabalhoso em comparação com cultivos de monocultura.

A área vem sendo complementada gradativamente com novas espécies, inclusive, está sendo semeado mudas de açaí em uma área ao lado dos SAFs. Essas mudas estão totalmente expostas ao sol, podendo não resistir no período de seca (Fig.4).





Figura 4: Detalhe do plantio de açai.

Fonte: Autores do trabalho.

Observando tais fatos, sugerimos ao produtor que introduzisse uma espécie que fizesse o sombreamento ao açazeiro enquanto ele ainda estivesse vulnerável ao sol, no caso, a bananeira, por se desenvolver rapidamente ao solo local e por ter folhagem grande e, também servir como adubo verde. Além disso, sugerimos que utilizasse a irrigação por gotejamento, utilizando garrafas PET, haja vista que a irrigação feita por canalização se torna um pouco mais cara.

Segundo Leite (2014):

Com uma garrafa plástica é possível montar um sistema de gotejamento simples e barato para molhar as plantas sem desperdiçar água. De forma contínua, mas em pouca quantidade, a água passa por um pequeno furo aberto no fundo da garrafa ou na tampa e cai direto na planta. Assim, a terra fica sempre úmida e perde bem menos água por evaporação.

Fazer uso desse modelo de irrigação com garrafa PET, se torna viável por ser uma forma de reutilizar uma embalagem que leva muito tempo para se decompor, sendo um dos principais causadores de poluição no planeta. Portanto, além de ser um projeto mais prático e barato de se realizar, é um sistema considerado sustentável, beneficiando o produtor e o meio ambiente.

## 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os SAF's como forma de uso da terra devem ser incentivados sendo uma opção viável para recuperação de área degradada, recomposição florestal em áreas de preservação permanente e de reserva legal e também como produção de frutas para consumo próprio ou como fonte de receita. É um sistema que devido à grande diversidade de espécies vegetais, cria condições favoráveis para o restabelecimento das funções ecológico-ambientais na propriedade, permitindo, também, maior fixação de mão-de-obra no campo e uma maior rentabilidade financeira, devido sua

diversificação na produção.

O custo de implantação também se torna um desafio para o produtor, pelo fato do retorno ser em curto, médio ou longo prazo, na maioria das vezes a longo prazo, dependendo do tipo de sistema escolhido. Foi notado uma certa facilidade para realizar a manutenção da área em manejo, quando comparada com o cultivo da monocultura, fazendo uso apenas da roçagem rasteira, sem retirar a cobertura vegetal do solo. Através desse estudo foi confirmado que estes sistemas são como formas ecologicamente correta, socialmente benéfica e rentável ao produtor rural, podendo receber incrementos tecnológicos capazes de otimizar o potencial das espécies nativas para o aumento de sua produtividade.

## REFERÊNCIAS

ABDO, M. T. V. N.; VALERI, S. V.; MARTINS, A. L. M. **Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante.** Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária, Dezembro, 2008. Disponível em <[www.apta.sp.gov.br](http://www.apta.sp.gov.br)>. Acesso em 06/11/2015.

ARMANDO, M. S.; BUENO, Y. M.; ALVES, E. R. da S. **Agrofloresta para Agricultura Familiar.** Circular Técnica. Dezembro, 2002. Disponível em <<http://www.cenargen.embrapa.br/publica/download.html>> acesso em 16/03/2016.

CHAVES, A. de O.; SEGATO, I. G.; AMORIM L.; SOUZA N. F. de O. **Sistemas agroflorestais como alternativa de produção ecológica.** 2002. Disponível em <[www.catolica-to.edu.br](http://www.catolica-to.edu.br)> acesso em 15/03/2016, 22:30.

DANIEL, O.; COUTO, L.; VITORINO, A.C.T. **Sistemas agroflorestais como alternativas sustentáveis à recuperação de pastagens degradadas.** SIMPÓSIO – Goiânia. Anais. Juíz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1999. p.151-170.

FILHO, P. F. **AGROSSILVIPASTORIL: Degradação da lavoura, pecuária e floresta.** 29/10/2012. Disponível em <<http://www.floratiete.org.br>> visualizado em 20/03/2016, 20:10.

FREITAS, J. **Sistemas agroflorestais e sua utilização como instrumento de uso da terra: o caso dos pequenos agricultores da ilha de Santana, Amapá, Brasil.** 2008. Disponível em <[www.iepa.ap.gov.br](http://www.iepa.ap.gov.br)> Acesso em 10/03/2016, 11:00.

LEITE, I. **Como economizar água usando garrafas pet para molhar as plantas.** 2014. Disponível em <[g1.globo.com/são-paulo](http://g1.globo.com/são-paulo)> acesso em 22/05/16, 19:40.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica.** 6. ED. São Paulo. Editora Atlas S.A. 2006.

MEDRADO, M. J. S. **SISTEMAS AGROFLORESTAIS: aspectos básicos e indicações.** 2003. Disponível em <[www.mcagroflorestal.com.br](http://www.mcagroflorestal.com.br)> acesso em 12/04/2016, 9:30.

NUNES, S. P. **O Desenvolvimento da Agricultura Brasileira e Mundial e a Ideia de Desenvolvimento Rural.** Março, 2007. Disponível em <<http://www.deser.org.br/documentos>> acesso em 07/03/2016.

OLIVEIRA, T. K. **SISTEMAS INTEGRADOS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA: experiências**



**demonstrativas e resultados de pesquisa.**2013. Disponível em <tandario.oliveira@cpafac.embrapa.br> Visualizado em 14/04/2016, 11:30.

SALEM, N. F. M.; FERREIRA, S. G. C. **Implantação de Sistema Agrossilvipastoril em Pastagens.** VII Encontro Internacional de Produção Científica – Cesumar – Maringá-Paraná. Outubro, 2011. Disponível em <<http://www.cesumar.br>> acesso em 16/03/2016.

SANTOS, S. da S.; GRZEBIELUCKAS, C. **Sistema silvipastoril com eucalipto e pecuária de corte: uma análise de viabilidade econômica em uma propriedade rural em Mato Grosso/Brasil.** 2014. Disponível em <<http://www.custoseagronegocioonline.com.br>> visualizado em 10/04/2016, 17:00.

VIERA, M; SCHUMACHER, M. V.; LIBERALESSO, E. **Agrossilvicultura como fonte de alternativa de renda para produtores rurais.** 2015. Disponível em <[www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)> Visualizado em 09/04/2016, 18:47.

## TRANSFERÊNCIA DA TECNOLOGIA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA PARA PECUARISTAS NA AMAZÔNIA MARANHENSE

### **Maria Karoline de Carvalho Rodrigues de Sousa**

Universidade Estadual do Maranhão, São Luís -  
MA

### **Victor Roberto Ribeiro Reis**

Universidade Estadual do Maranhão, São Luís -  
MA

### **Elimilton Pereira Brasil**

Universidade Estadual do Maranhão, São Luís -  
MA

### **Luciano Cavalcante Muniz**

Universidade Estadual do Maranhão, São Luís -  
MA

### **Joaquim Bezerra Costa**

EMBRAPA Cocais, São Luís – MA

### **Carlos Augusto Rocha de Moraes Rego**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná,  
Marechal Cândido Rondon - PR

**RESUMO:** Com este trabalho objetivou-se avaliar a percepção e adoção da tecnologia integração Lavoura-Pecuária-Floresta em quatro propriedades no município de Pindaré-Mirim, Maranhão. O trabalho foi desenvolvido no município de Pindaré-Mirim, utilizando como metodologias diferentes ferramentas de extensão como: Matriz Organizacional ou Fortalezas, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças (FOFA) e Unidade de Referência Tecnológica (URT), Dia de Campo, Visita,

Contato e Entrevista Informal, que serviram para sensibilizar, implantar e acompanhar os produtores rurais. Como resultados da sensibilização foram realizados o dia de campo que possibilitou aos pecuaristas avaliarem a viabilidade técnica, econômica e ambiental da tecnologia ILPF. Foram acompanhados os pecuaristas nas atividades de preparo da área para plantio, incorporação do calcário, aplicação de adubo, herbicidas e inseticidas, até a colheita de acordo com as peculiaridades de cada propriedade. Através dos resultados da Matriz Organizacional (FOFA) foi possível conhecer todos os fatores que contribuíam ou dificultavam a adoção de uma nova tecnologia nas propriedades.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agricultura de Baixo Carbono; Extensão rural; Pastagem degradada.

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the perception and adoption of the technology integrated of crop-livestock-forestry in four properties in the municipality of Pindaré-Mirim, Maranhão. The work was developed in the municipality of Pindaré-Mirim, using different tools such as: Organizational Matrix or Strengths, Opportunities, Weaknesses and Threats (SWOT) and Technological Reference Unit (TRU), Field Day, Visit, Contact and Informal Interview, which served to sensitize, implement and accompany rural producers. As

a result of the sensitization, the field day was realized, which enabled cattle ranchers to evaluate the technical, economic and environmental viability of the ICLF technology. The ranchers were accompanied in the activities of preparation of the area for planting, incorporation of the limestone, application of fertilizer, herbicides and insecticides, until the harvest according to the peculiarities of each property. Through the results of the Organizational Matrix (SWOT) it was possible to know all the factors that contributed to or hindered the adoption of a new technology in the properties.

**KEYWORDS:** Low Carbon Agriculture; Rural extension; Degraded pasture.

## 1 | INTRODUÇÃO

A região da Amazônia Legal Maranhense vem se destacando pela inserção de uma agricultura de alta tecnologia e áreas de pastagem para pecuária de corte bovina, com impactos positivos na região, a curto e médio prazo, e redução do potencial produtivo da terra a médio e longo prazo (JÚNIOR et al, 2015). Tomando por base esse aspecto, a pecuária tem sido um dos principais focos de discussão a respeito da utilização de práticas sustentáveis nessa região. As áreas de pastagem com diferentes estágios de degradação, em 2010, ocupavam 22,73% do território da Amazônia Legal Maranhense (INPE, 2011). Isso se deve ao fato que, até os dias atuais, há a predominância da pecuária extensiva e a incipiente utilização de tecnologias avançadas nessa região.

Uma alternativa para esse modelo de produção e para a recuperação de pastagens degradadas é a utilização dos sistemas integrados de produção, que maximizam o modelo de produzir carne, leite, grãos, madeira e derivados, pela racionalização no uso dos recursos naturais. Segundo Gazzola (2012), o modelo produtivo de sistema integrado mais utilizado na região é a associação do componente arbóreo nativo, o babaçu (*Attalea speciosa* Mart) com gramíneas do gênero *Brachiaria* sp. Esse sistema é uma integração natural entre pecuária e floresta em ambientes de cultivo já preconizados, não é exatamente um modelo facultativo de produção.

A ILPF é uma das tecnologias que compõem os compromissos voluntários assumidos pelo Brasil na COP-15, realizada em Copenhague, em 2009 que preveem a redução das emissões de GEE projetadas para 2020, entre 36,1% e 38,9%, estimando assim uma redução da ordem de 1 bilhão de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. Esses compromissos foram ratificados na Política Nacional sobre Mudanças do Clima (Lei nº 12.187/09) e regulamentados pelo Decreto nº 7390/10.

Os sistemas de ILPF vêm sendo adotados por todo país, nas suas diferentes combinações com tendência a expansão, graças ao avanço das pesquisas e das ações de Transferência de Tecnologia (TT). Os Programas de TT em ILPF necessitam considerar a complexidade desses sistemas para que efetivamente tenham sucesso (DOMIT et al, 2015). A ILPF por ser um sistema complexo que integra múltiplos componentes numa mesma área, com diferentes interações entre si de acordo com as condições de ambiente no qual estão inseridos, requer algumas ponderações no

processo de transferência de tecnologias desses sistemas. Essas características estão tanto nos aspectos técnicos quanto comportamentais dos produtores e técnicos, ou seja, um produtor que adote a ILPF precisa conhecer as técnicas de produção da pecuária, da lavoura e da floresta. São atividades bem diferentes e que requerem certo planejamento antes de implementá-los na propriedade.

Nesse contexto, este trabalho objetivou descrever a transferência da tecnologia Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) para pecuaristas do município de Pindaré-Mirim, na região Amazônica do Maranhão.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A Unidade de Referência Tecnológica de ILPF (URT), uma das ferramentas metodológicas de extensão, foi implantada em 2016 com a parceria entre a fazenda Muniz, Embrapa (unidade Cocais), SENAR, SAGRIMA e Rede de Fomento ILPF. Foram acompanhadas quatro propriedades de pecuária bovina de corte, localizadas no município de Pindaré-Mirim.

### 2.1 Caracterização das propriedades

Fazenda Alto Verde: localizada entre as coordenadas 3°45'38.95"S e 45°33'32.87"O, possui uma extensão de aproximadamente 600 ha, onde dez ha foram destinados à implantação do sistema de integração, na modalidade ILP, com o consórcio entre o milho (híbrido KWS 9304), com a finalidade de produção de grãos e implantação de pastagem com a utilização do capim *Dictyoneura (Brachiaria humidicola cv. Llanero)*, que após um ano de sua implantação, servirá para alimentação de bovinos de corte, principal atividade da fazenda.

Fazenda Muniz: localizada entre as coordenadas 3°46'13.31"S e 45°29'46.24"O. Possui uma extensão de aproximadamente 200 ha, onde 3,5 ha foram destinados à implantação do sistema ILPF, com o milho híbrido KWS 9304 e AG1051, com a finalidade de produção grãos e milho verde, respectivamente, o capim braquiário (*Brachiaria brizantha cv. Marandu*) e o componente florestal eucalipto. Esta área foi implantada em fevereiro de 2016, segundo ano de lavoura, a partir de dezembro de 2016 com o preparo da área.

Fazenda Feitosa: localizada entre as coordenadas 3°46'22.99"S e 45°28'23.87"O. Possui uma extensão de aproximadamente 2000 ha, onde um ha foram destinados apenas ao plantio milho híbrido KWS 9304 com a finalidade de produção grãos.

Fazenda Mãe Rainha: localizada entre as coordenadas 3°46'20.62"S e 45°29'31.96"O. Possui uma extensão de aproximadamente 70 ha, onde quatro ha foram destinados apenas ao plantio do milho RG-03 com a finalidade de produção milho verde.

## 2.2 Acompanhamento dos pecuaristas

Previamente utilizou-se o diagnóstico individual de cada fazenda selecionada, por meio da Matriz Organizacional ou FOFA (Fortalezas, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças), baseando-se em seus aspectos externos e internos que contribuem ou dificultam a realização de suas atividades. A FOFA foi construída junto a cada pecuarista, onde este descreveu sob o seu ponto de vista, os fatores inerentes à sua propriedade (VERDEJO, 2006).

Para o acompanhamento dos pecuaristas selecionados para o projeto, utilizou-se a metodologias de visita e contato (LOPES, 2016; RAMOS, 2013). As visitas foram realizadas semanalmente às propriedades, por meio de: visitas técnicas, para prestar informações, orientações e avaliar a viabilidade projeto; visitas práticas, para repassar determinada prática, e visitas de dinamização, para envolver o produtor, sensibilizar, motivar, planejar, acompanhar e avaliar ações desenvolvidas (LOPES, 2016).

Outra ferramenta utilizada foi o contato (LOPES, 2016), que se deu por meio de trocas de orientações e informações com os pecuaristas, ocorrendo de forma presencial, por telefone, internet, por escrito. Dessa forma, coube aos pecuaristas, a iniciativa de estabelecer contato, a fim de sanar quaisquer dúvidas que viessem a surgir com o planejamento e/ou a implantação do sistema de ILPF.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à sensibilização foram obtidos por meio da ferramenta de dia de campo que possibilitou a adesão de quatro propriedades rurais para realização deste trabalho: I - Fazenda Alto Verde, II - Fazenda Muniz, III - Fazenda Feitosa e IV - Fazenda Mãe Rainha. Dessas quatro propriedades, apenas duas (Alto Verde e Muniz) implantaram o sistema de integração. Esse fato pode ser explicado, por essas propriedades buscarem por novos sistemas de produção que promovesse uma boa produtividade de milho e ao mesmo tempo a recuperação de pastagens degradadas com os custos mínimos, levando em conta que todos os custos referentes à implantação desse sistema foram diluídos pela receita oriunda da lavoura.

As demais (Feitosa e Mãe Rainha) optaram pela implantação do cultivo convencional da cultura do milho. Tal justificativa para essa postura pode ser explicada culturalmente visto que esses produtores acreditam que o consórcio entre milho e o capim, acarreta em baixa produtividade do milho devido à competição da lavoura com a pastagem, além do custo elevado no momento de implantação do sistema ILPF. Isso pode ser considerado fator de insegurança para adoção desse sistema ILPF nessas propriedades. Esse fato pode estar ligado também à tradição agrícola fortemente enraizado nessa região, onde “preserva-se” o modelo de monocultivos, e da roça no toco (através de queimadas).

Novas tecnologias requerem mudanças e adaptações no meio rural que podem

impactar diretamente sobre o cotidiano dos produtores e assim acaba por torna-se um processo lento e gradativo, que necessitará de um tempo maior para adotar um novo modelo de produção. Então, o critério utilizado para escolha dessas propriedades foi, em ordem de prioridade e de acordo com os critérios mencionados na metodologia.

A adoção das práticas conservacionistas de solo e água, como os sistemas ILPF, possibilita uma representativa economia financeira no processo produtivo agrícola, além de benefícios ambientais como a mitigação dos gases de efeito estufa, redução do uso de agrotóxicos, maior biodiversidade dos sistemas, recuperação de áreas degradadas, e sociais pela geração de emprego e renda para a população. Para isso é de suma importância a participação do Estado e da parceria com empresas pública-privada na manutenção, elaboração e implementação de políticas públicas voltadas a adoção de novas tecnologias.

### 3.1 Acompanhamento da Fazenda Alto Verde

No que se refere às fortalezas (Quadro 1), à diversificação de produtos foi considerada uma estratégia econômica para o pecuarista, pois possibilita além do cultivo de pasto para alimentação do rebanho bovino, a garantia de maior autonomia na fabricação da sua ração a base de milho. Costa et al. (2011) em estudo da avaliação econômica deste sistema voltado para recuperar áreas degradadas concluiu que a ILP exige menos recursos para implantação, além de gerar benefício líquido positivo desde o primeiro ano, sendo opção atraente para pequenos produtores que não tem recurso próprio, e também, para produtores que precisam assegurar renda no curto prazo. Dentre outras vantagens, o consorcio milho e pasto promove um benefício mútuo entre as atividades agrícolas e pecuárias, utilizando da melhor forma a área útil da propriedade, outrora ocupada apenas por monocultivo de pasto.

Outro ponto forte a ser considerado é a compra coletiva, porque oferece vantagem econômica, como um baixo custo na aquisição dos insumos, maior poder de barganha e ainda a possibilidade de compra em grande quantidade. O uso coletivo de implementos e máquinas foi essencial para a condução das atividades na propriedade. Nesse caso, foi compartilhado o uso de um trator e uma plantadeira para efetuar as atividades de preparo do solo, plantio e adubação.

<b>FORTALEZAS</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Diversificação de produtos (milho e pasto);</li><li>• Compra coletiva;</li><li>• Produção interna de ração;</li><li>• Uso coletivo de máquinas e implementos;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Venda do excedente de produção;</li><li>• Acesso à nova tecnologia.</li></ul>
<b>FRAQUEZAS</b>	<b>AMEAÇAS</b>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocorrência de pragas nas culturas;</li> <li>• Predomínio de pastos degradados;</li> <li>• Deficiência na assistência técnica;</li> <li>• Más condições das estradas internas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oscilação do preço de mercado;</li> <li>• Escassez de mão de obra;</li> <li>• Grande quantidade de concorrentes.</li> </ul>
---	--

**Quadro 1.** Matriz Organizacional da atividade produtiva na Fazenda Alto verde.

Dentre as fraquezas (Quadro 1) citadas pelo pecuarista destacaram-se as pragas das culturas que causam danos severos a lavoura. Pelo histórico da área desta propriedade, relatado pelo pecuarista, existe ocorrência de ataque de lagartas com ênfase para a praga principal (*Spodoptera frugiperda*) da cultura do milho. Isso evidencia uma das desvantagens do monocultivo, como a susceptibilidade da lavoura ao ataque de pragas e doenças. Por essa razão houve a necessidade de se proceder com um bom manejo e um acompanhamento técnico para tentar minimizar e erradicar esses ataques, garantindo proteção e desenvolvimento sadio da lavoura.

As más condições das estradas são consideradas uma fraqueza porque dificultam o acesso de transporte para a entrada de insumos e o escoamento da produção da fazenda.

No que se refere aos pastos degradados, foi a realidade encontrada nas áreas de estudo, mostrando a necessidade de proceder com medidas agronômicas de recuperação de áreas de pastagem degradadas viabilizando a sustentabilidade dos sistemas. Esses pastos são considerados improdutivo e pobres do ponto de vista da fertilidade do solo e do valor nutricional das forrageiras, que podem se tornar insustentáveis para a alimentação animal. Por outro lado, esse problema pode ser corrigido com a adoção da tecnologia ILPF, que possibilita a reestruturação das características físicas e químicas do solo resultando em qualidade destes e das pastagens e fortalecimento das atividades agrícola e pecuária por meio das vantagens da consorciação das culturas.

Existe também deficiência na assistência técnica que torna insegura a realização das atividades agropecuárias na fazenda que na maioria das vezes, pode levar ao insucesso nos resultados esperados pelo pecuarista.

Quanto às oportunidades (Quadro 1), a venda do excedente é uma estratégia na qual o pecuarista efetua a venda da sua produção e garante uma alternativa de receita para sua propriedade. O acesso a novas tecnologias, nesse caso, também é uma oportunidade que permite uma mudança no modelo de execução das atividades empregadas na área, ou seja, é um modelo de produção que otimiza os componentes lavoura e pecuária com retorno na redução dos gastos e possibilidade de garantir sustentabilidade no uso dos recursos internos e externos da fazenda.

As ameaças (Quadro 1) incluem preço de mercado, escassez de mão de obra e concorrentes de mercado. A escassez de mão de obra como ameaça, enfraquece o

setor de produção agropecuário pela falta de pessoal treinado, capacitado e preparado para assumir funções técnicas dentro das propriedades. Essa defasagem impossibilita que os produtores possam expandir e inserir suas áreas em escalas de produção comercial que produzam o equivalente as reais demandas que cada fazenda pode expressar.

Quanto aos concorrentes de mercado, quanto maior for a concorrência, maiores serão as dificuldades de venda dos produtos por se tratar de produtos iguais no mesmo segmento de mercado. Desse modo se maior for a oferta, haverá redução de preço pela grande quantidade de produtos que está sendo ofertado e vice-versa. Outro fator relacionado com esse assunto são os preços de mercado que podem ser considerados fatores de risco, pois sofrem oscilações que implicam no sucesso ou mesmo no insucesso das vendas em função dessa dinâmica de comportamento do mercado.

### **Implantação do sistema (Preparo da Área – Plantio – Tratos Culturais)**

Inicialmente, foi incorporado 1 ton ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico, 60 dias antes do plantio do milho. O solo foi preparado com uma aração, gradagem e nivelamento. Quatro dias antes do plantio realizou-se a dessecação da área, com aplicação de glifosato na dose de 5 L ha<sup>-1</sup>. No dia 28/01/2017, após regulagem da plantadeira (Figura 1a), foi realizado o plantio direto do milho, no espaçamento de 0,6 m x 0,3 m, com um estande de 55000 plantas ha<sup>-1</sup> (Figura 1d). Antecipadamente, foram misturados 10 kg ha<sup>-1</sup> da semente do capim a 400 kg de adubo NPK (05-30-15) de plantio que foram transferidos para o compartimento de adubo da plantadeira, e simultaneamente ao plantio do milho, foram semeados ao solo. A emergência (Figura 1b) ocorreu quatro dias após o plantio no dia 02/02/2017, a partir de então contou-se 10 Dias Após Emergência (DAE) para a primeira adubação de cobertura, com 200 kg ha<sup>-1</sup> da formulação NPK 25-00-25 e 20 DAE para a segunda adubação de cobertura, com 200 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 45-00-00, ambas realizadas a lanço de forma manual.

Como tratos culturais, foram realizadas a aplicação de herbicida pós-emergente para folhas largas e estreitas (3 L ha<sup>-1</sup> de Atrásina + 0,5 L ha<sup>-1</sup> de Nicosulfuron, respectivamente) mais adesivo (0,5 L ha<sup>-1</sup>), aos 12 DAE do milho (Figura 3c). Posteriormente, também se aplicou na área uma calda com fungicida, inseticida e fertilizante foliar (0,35 L ha<sup>-1</sup> de Abacus + 1,5 L ha<sup>-1</sup> de Basuka + Grap Nitro 3,5 L ha<sup>-1</sup>), aos 25 DAE do milho. Durante todo o ciclo da cultura foi realizado o monitoramento a fim de observar a presença de pragas, especialmente, a lagarta do cartucho e percevejos, doenças fúngicas e a possibilidade de condições climáticas atípicas (veranicos ou enchentes). Tais observações se fizeram necessárias para a tomada de decisão de modo a conduzir a lavoura com sucesso e alcançar os objetivos do proprietário assistido.



**Figura 1.** Acompanhamento da Fazenda Alto Verde: (a) regulagem da plantadeira; (b) emergência do milho; (c) aplicação do pós-emergente; (d) estande de plantio.

A colheita foi realizada no mês de agosto, de forma manual e, posteriormente foi realizado o processo de debulha utilizando uma debulhadeira de milho. Foram colhidas 87 sacas  $ha^{-1}$  correspondendo a um total de 5,22 ton  $ha^{-1}$  que foram utilizadas na propriedade como parte da composição da ração para engorda de bovinos de corte. Essa produtividade deve-se ao bom manejo empregado na área, em função do correto controle de pragas, doenças, da aplicação de herbicidas, adubações de plantio e cobertura, respeitando os intervalos entre cada etapa, que foram fundamentais ao sucesso na obtenção do produto final.

### 3.2 Acompanhamento da Fazenda Muniz

Nesse caso, a diversificação de produtos (Quadro 2) foi considerada uma fortaleza, porque aumenta o fluxo de caixa, devido à produção de culturas de curto, médio e longo prazo, além de promover um benefício mútuo entre os componentes do sistema, como por exemplo, o bem-estar animal proporcionado pelo sombreamento do eucalipto e a adubação residual para a nutrição do pasto. Entre outras vantagens, Machado et al., (2011) citam a diversificação da renda pela ILPF com opção de mais de um produto para comercializar, e a conservação do ambiente por promover retenção de água no solo, sequestro de carbono e redução no uso de agrotóxicos.

O acesso aos canais de comercialização também é uma fortaleza porque garante ao pecuarista o escoamento de sua produção. Na fazenda Muniz, esse processo é feito por compradores (intermediários) que se responsabilizam por fazer com que os produtos cheguem aos pontos de distribuição como as agroindústrias e/ou comércios até que estes sejam disponibilizados para o consumidor final.

A assistência técnica especializada constitui-se como uma das principais fortalezas que diferencia a Fazenda Muniz das demais, devido a um dos seus proprietários

possuir formação como agrônomo e ainda contar com um grupo de especialistas em sistemas integrados.

O alto custo de implantação do sistema e colheita dificulta a adoção do sistema por pequenos proprietários, uma vez que são necessários gastos com sementes de capim e milho, herbicidas, inseticidas, adubos, mudas de eucalipto e mão de obra para tratos culturais e colheita. Dentre as demais fortalezas, assim como as fraquezas, oportunidades e ameaças citadas pelo pecuarista, seguem as mesmas explicações da Fazenda Alto Verde.

<b>FORTALEZAS</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversificação de produtos (milho, pasto e madeira);</li> <li>• Compra coletiva;</li> <li>• Acesso a canais de comercialização;</li> <li>• Assistência técnica especializada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acesso à nova tecnologia.</li> </ul>
<b>FRAQUEZAS</b>	<b>AMEAÇAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocorrência de pragas nas culturas;</li> <li>• Predomínio de pastos degradados;</li> <li>• Alto custo de implantação do sistema e colheita;</li> <li>• Más condições das estradas de acesso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oscilação do preço de mercado;</li> <li>• Escassez de mão de obra;</li> <li>• Grande quantidade de concorrentes.</li> </ul>

**Quadro 1.** Matriz Organizacional da atividade produtiva na Fazenda Muniz.

### **Implantação do sistema (Preparo da Área – Plantio – Tratos Culturais)**

O preparo do solo para plantio, incorporação de calcário, dessecação da área e adubações de cobertura foram semelhantes entre as fazendas. Na gleba abaixo, foi aplicado fertilizante foliar com micronutrientes para o desenvolvimento da cultura do milho.

Esta gleba (Figura 2) consistiu do segundo ano de lavoura do milho, em área com eucalipto e capim braquiarião. O plantio do milho AG1051 e KWS 9304 foi realizado no dia 21/01/2017, no espaçamento de 0,6 x 0,25 m, com um estande de 66600 plantas ha<sup>-1</sup>. Diferentemente das demais fazendas, o plantio do capim na proporção de 10 kg ha<sup>-1</sup> foi feito em reservatório próprio na plantadeira, sem a necessidade da mistura com o adubo. O solo foi adubado no plantio, com 400 kg de NPK na formulação 05-30-15. Essas recomendações de adubação foram em função da análise de solo realizadas na área. A emergência ocorreu no dia 24/01/2017.





**Figura 2.** Gleba da URT: (a) plantio do milho e capim; (b) compartimento para semente de capim; (c) formação do capim; (d) estande de plantio formado.

A colheita foi realizada no mês de agosto, de forma manual. Nessa gleba, foram colhidos  $6,0 \text{ ton ha}^{-1}$ , considerada uma boa produtividade. Isso se deve ao conjunto de práticas e manejo empregados nesta área que aliadas à qualidade da semente contribuíram para um bom desempenho da cultivar. Outra razão que favoreceu o sucesso dessa produtividade é que houve rigoroso controle entre as etapas de preparo da área até a colheita. O milho colhido foi utilizado na propriedade como parte da composição da ração para engorda de ovinos e a outra parte vendida.

### 3.3 Acompanhamento da Fazenda Feitosa

O baixo custo de implantação da lavoura de milho é visto como uma fortaleza (Quadro 3), levando em conta que não é uma cultura tão exigente em investimentos de alto custo em cultivo solteiro. Principalmente quando comparado com o cultivo consorciado como o sistema ILPF que foi implantado antecedente nas propriedades. Dentre as demais fortalezas, assim como as fraquezas, oportunidades e ameaças citadas pelo pecuarista, seguem as mesmas explicações da Fazenda Alto Verde.

<b>FORTALEZAS</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compra coletiva;</li> <li>• Acesso a canais de comercialização;</li> <li>• Baixo custo de implantação;</li> <li>• Uso coletivo de máquinas e implementos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acesso à nova tecnologia;</li> <li>• Venda do excedente de produção.</li> </ul>
<b>FRAQUEZAS</b>	<b>AMEAÇAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocorrência de pragas nas culturas;</li> <li>• Predomínio de pastos degradados;</li> <li>• Más condições das estradas de acesso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oscilação do preço de mercado;</li> <li>• Escassez de mão de obra;</li> <li>• Grande quantidade de concorrentes.</li> </ul>

**Quadro 3.** Matriz Organizacional da atividade produtiva na Fazenda Feitosa.

### **Implantação do sistema (Preparo da Área – Plantio – Tratos Culturais)**

Todos os procedimentos de preparo do solo para o plantio, descritos acima também foram realizados nesta fazenda. Com as plantas espontâneas já dessecadas, realizou-se o plantio do milho no dia 21/01/2017, no espaçamento de 0,6 x 0,25 m, com um estande de 66600 plantas ha<sup>-1</sup>. A emergência ocorreu no dia 24/01/2017, a partir de então contou-se 10 DAE para a primeira adubação de cobertura, com 200 kg ha<sup>-1</sup> da formulação NPK 25-00-25. Contudo, após essa etapa, não houve a aplicação do pós-emergente e também da segunda adubação de cobertura, devido a problemas internos de comunicação na fazenda, que resultaram no crescimento de plantas espontâneas que comprometeram a produção da lavoura. Outro agravante foi à inundação da área, em decorrência de um lençol freático superficial na parte baixa do terreno que prejudicou o desenvolvimento da cultura do milho por deficiência nutritiva.

Foi realizada uma aplicação de herbicida na tentativa de amenizar os prejuízos da concorrência entre o milho e as plantas espontâneas. Devido ao atraso dessa prática de controle das daninhas, não foi possível a realização da segunda adubação de cobertura, em razão da cultura do milho ter resposta significativa à adubação nitrogenada e potássica apenas até os 30 DAE. Após essa fase de desenvolvimento da cultura a aplicação de adubo seria desnecessária.

A colheita foi realizada no mês de agosto, de forma manual. Foram colhidos 2,4 ton ha<sup>-1</sup> que será utilizado na propriedade como parte da composição da ração para engorda de bovinos de corte e ovinos. Essa baixa produtividade deve-se ao manejo inadequado empregado na área. Em função da não realização de alguns tratos culturais como segunda adubação de cobertura e aplicação do pós-emergente, culminou em resultados insatisfatórios no produto final, ou seja, queda de produtividade que mesmo utilizando uma semente de alta qualidade, esta, não conseguiu expressar o máximo potencial de produção. Além desses problemas já citados, teve outro agravante como mencionado anteriormente no preparo da área, que houve alagamento em parte da área de plantio, que dificultou a absorção de nutrientes e a oxigenação das raízes, que



pode ser mais uma justificativa para o decréscimo de produtividade.

### 3.4 Acompanhamento da Fazenda Mãe Rainha

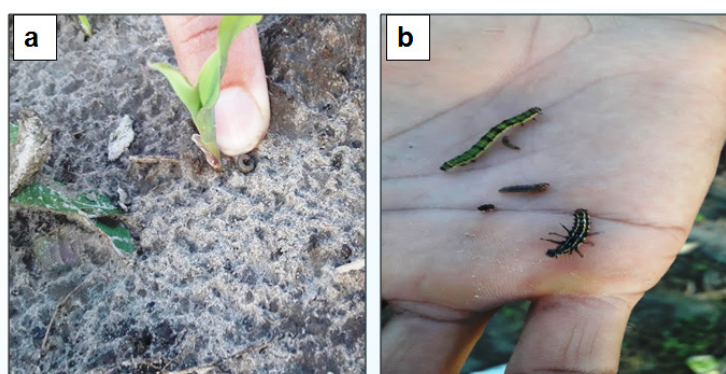
Dentre as fortalezas, assim como as fraquezas, oportunidades e ameaças citadas pelo pecuarista (Quadro 4), seguem as mesmas explicações das demais fazendas.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"><li>• Compra coletiva;</li><li>• Baixo custo de implantação;</li><li>• Uso coletivo de máquinas e implementos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Venda do excedente de produção;</li><li>• Acesso à nova tecnologia.</li></ul>
FRAQUEZAS	AMEAÇAS
<ul style="list-style-type: none"><li>• Ocorrência de pragas nas culturas;</li><li>• Predomínio de pastos degradados;</li><li>• Deficiência na assistência técnica;</li><li>• Más condições das estradas internas.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Oscilação do preço de mercado;</li><li>• Escassez de mão de obra;</li><li>• Grande quantidade de concorrentes.</li></ul>

**Quadro 4.** Matriz Organizacional da atividade produtiva na Fazenda Mãe Rainha.

#### Implantação do sistema (Preparo da Área – Plantio – Tratos Culturais)

O plantio feito nesta propriedade, o preparo do solo e os tratos culturais foram semelhantes às demais fazendas. O plantio do milho Milho RG-03 foi realizado no dia 24/01/2017, no espaçamento de 0,6 x 0,25 m, com um estande de 66600 plantas ha<sup>-1</sup>. O solo foi adubado no plantio, com 400 kg de NPK na formulação 05-30-15. A emergência (Figura 3a) ocorreu no dia 27/01/2017. Nesta área houve maior cuidado na aplicação de inseticida para o controle de lagartas (Figura 3b), que infestaram logo nos primeiros estágios da cultura.



**Figura 3.** Fazenda Mãe Rainha: (a) Emergência do milho; (b) Lagartas encontradas na fase inicial do milho.

A colheita foi realizada no mês de agosto, de forma manual. Foram colhidos 4,5 ton ha<sup>-1</sup> que será utilizado na propriedade como parte da composição da ração para engorda de caprinos, ovinos e aves. Esta produtividade não é satisfatória, devido à qualidade da semente utilizada. Nesse caso, podem ter ocorrido falhas durante o

manejo da cultura no momento de maior suscetibilidade ao ataque de insetos-pragas, ou seja, no estágio inicial de desenvolvimento da cultura. Isso fica explícito, pela alta incidência de ataque de lagartas logo nos primeiros estágios de desenvolvimento da cultura.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio das ferramentas utilizadas foi possível obter êxito quanto a sensibilização de quatro pecuaristas que aderiram ao sistema ILPF e ao monocultivo de milho.

A adoção da tecnologia ILPF pelas propriedades Alto Verde e Muniz respondeu as expectativas dos pecuaristas, visto que esse modelo de produção é uma alternativa estratégica que proporcionou uma produtividade superior ao sistema convencional de monocultivo de milho realizado nas fazendas Mãe Rainha e Feitosa. Essas fazendas obtiveram resultados inferiores na produtividade do milho em função das práticas de manejo, além da qualidade da semente utilizada e da não realização de práticas de manejo nas fases mais críticas da cultura do milho na Fazenda Feitosa.

A difusão da tecnologia passa pela realização de dia de campo em URT's onde a tecnologia é validada por meio de experiências exitosas, proporcionando a capacitação de técnicos do sistema de ATER, produtores, pecuaristas e também estudantes de institutos federais e estaduais, com o objetivo de informar, orientar, capacitar, e formar multiplicadores deste novo modelo de produção que possa ser disseminado na região e demais localidades visando inserir os produtores em um novo contexto de produção agropecuária, que objetive manter, ampliar e potencializar a sustentabilidade da atividade rural.

#### REFERÊNCIAS

BRASIL. **Decreto no 7.390, de 9 de dezembro de 2010.** Regulamenta os arts. 6º 11º e 12º da Lei no 12.187, 29 de dezembro de 2009, Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 9 dez. 2010.

BRASIL. **Lei Nº 12.187, de 29 de Dezembro de 2009.** Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 9 dez. 2010.

COSTA, F. P. et al. Custo-benefício dos sistemas de produção em integração. In BUNGENSTAB, D. J. **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável.** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2011. p. 81-89.

CUTRIM JÚNIOR, J. A. A. et al. **Uso de sistemas de produção integrados como estratégia sustentável de uso da terra na Amazônia Oriental.** Maranhão, 46p. 2015.

DOMIT et al., **Transferência de tecnologia em ILPF.** Embrapa Agrossilvipastoral, Sinop (MT), p. 2, (Opniões), 2015. Disponível em:<<https://www.google.com.br/ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/140781/1/2015-cpamt-domit-transferencia-tecnologia-ilpf.pdf>> Acesso em: 20 de Nov. de 2017.

GAZZOLA, A. G. **Capim-Marandu e babaçu em sistema silvipastoril**. Tese (Doutorado em Zootecnia), Jaboticabal, 72 f. 2012.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Levantamento de informações de uso e cobertura da terra na Amazônia**. Belém-PA. Embrapa-CPATU, INPE. 2011.

LOPES, E. B. **Manual de Metodologia**. Instituto Paranaense de Assistência Técnica, EMATER: Paraná, 2016. p.60.

MACHADO, L. A. Z.; BALBINO, L. C.; CECCON, G. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: Estruturação dos Sistemas de Integração-Lavoura-pecuária**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 46p. (Documentos, 110).

RAMOS, G. **Manual de metodologia de extensão rural**. IPA, Recife, 2013. 58p. (IPA. Coleção Extensão Rural, 3).

VERDEJO, M. E. **Diagnóstico rural participativo: guia prático**. Brasília: MDA-Secretaria de Agricultura Familiar, 2006. 61p.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**Alan Mario Zuffo** Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan\_zuffo@hotmail.com

**Fábio Steiner** Engenheiro Agrônomo (Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/2007), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (UNIOESTE/2010), Doutor em Agronomia – Agricultura (Faculdade de Ciências Agrônomicas – FCA, Universidade Estadual Paulista – UNESP/2014, Botucatu). Atualmente, é professor e pesquisador da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, atuando nos Cursos de Graduação e Pós-Graduação em Agronomia da Unidade Universitária de Cassilândia (MS). Tem experiência na área de Agronomia - Agricultura, com ênfase em fitotecnia, fisiologia das plantas cultivadas, manejo de culturas, sistemas de produção agrícola, fertilidade do solo, nutrição mineral de plantas, adubação, rotação de culturas e ciclagem de nutrientes, atuando principalmente com as culturas de soja, algodão, milho, trigo, feijão, cana-de-açúcar, plantas de cobertura e integração lavoura-pecuária. E-mail para contato: steiner@uems.br

**Jorge González Aguilera** Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estres abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Posse experiencia na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: jorge.aguilera@ufms.br

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-455090-8-0

