



# Estudos Avançados em Ciências Agrárias

Heloisa Gabriel Falcão  
João Francisco Severo Santos  
(Organizadores)



# **Estudos Avançados em Ciências Agrárias**

Heloisa Gabriel Falcão  
João Francisco Severo Santos  
(Organizadores)

**Editora Chefe**

Marcia A. A. Marques

**Coordenadora Editorial**

Isabela Arantes Ferreira

**Bibliotecária**

Cibele Maria Dias

**Diagramação**

Marcos Antonio Ribeiro Pereira

**Arte da Capa**

Matheus Lacerra

**Imagem da Capa**

Freepik

**Revisão**

Os Autores

O conteúdo deste livro está licenciado sob uma licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial Não Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).



2021 by Bookerfield Editora

Copyright © Bookerfield Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Bookerfield Editora

Os autores cedem à Bookerfield Editora os direitos para esta edição

Esta obra é de natureza digital (e-book). Versões impressas são permitidas, não tendo a Bookerfield Editora qualquer responsabilidade pela confecção e distribuição de exemplares físicos deste conteúdo.

Todos os manuscritos da obra passaram por rigorosa avaliação cega pelos pares, baseadas em critérios científicos e imparciais, recebendo a aprovação após atender os critérios técnicos estabelecidos pelo Conselho Editorial.

Todo o conteúdo do livro e de artigos individuais é de responsabilidade exclusiva de seus respectivos autores, não sendo a Bookerfield Editora responsável por quaisquer eventuais irregularidades.

Situações como plágio, má conduta ética/científica ou dados e resultados fraudulentos são de responsabilidade do autor, comprometendo-se a Bookerfield Editora em investigá-las rigorosamente e tomar as ações cabíveis.

O download, compartilhamento e referência da obra são permitidos mediante atribuição de crédito aos autores e à Editora. A comercialização desta obra é expressamente proibida.

## CONSELHO EDITORIAL

### **Ciências Agrárias**

Afrânio Silva Madeiro  
Alirya Magda Santos do Vale Gomes  
Ana Luiza Trovo Marques de Souza  
André Giarola Boscarato  
Carlos Eugenio Fortes Teixeira  
Daniela Kunkel  
Daniele Cristina Ficanha  
Elson Barbosa da Silva Junior  
Fabiana Schiochet  
Fernanda Beatriz Pereira Cavalcanti  
Fernanda Morcatti Coura  
Flávio José Rodrigues Cruz  
Guilherme Donadel  
Heiriane Martins Sousa  
Jairton Fraga Araujo  
João Francisco Severo Santos  
Joelma Leão Buchir  
Kleber Fernando Pereira  
Maria Cristina Bueno Coelho  
Monyck Jeane dos Santos Lopes  
Pablo Daniel Freitas Bueno  
Renato Jaqueto Goes

### **Ciências Biológicas**

Afrânio Silva Madeiro  
Alirya Magda Santos do Vale Gomes  
Ana Luiza Trovo Marques de Souza  
André Giarola Boscarato  
Carlos Eugenio Fortes Teixeira  
Daniela Kunkel  
Daniele Cristina Ficanha  
Elson Barbosa da Silva Junior  
Fabiana Schiochet  
Fernanda Beatriz Pereira Cavalcanti  
Fernanda Morcatti Coura

Flávio José Rodrigues Cruz  
Guilherme Donadel  
Heiriane Martins Sousa  
Jairton Fraga Araujo  
João Francisco Severo Santos  
Joelma Leão Buchir  
Kleber Fernando Pereira  
Maria Cristina Bueno Coelho  
Monyck Jeane dos Santos Lopes  
Pablo Daniel Freitas Bueno  
Renato Jaqueto Goes

### **Ciências da Saúde**

Alexandre Visconti Brick  
Aline Correa de Carvalho  
Ana Luiza Trovo Marques de Souza  
André de Araújo Pinto  
Andressa Ribeiro Contreira  
Bárbara de Lima Lucas  
Bianca Barros da Costa  
Carlos Vinícius Pagani Vieira  
Machado  
Débora Cristina Damasceno  
Deborah Margatho Ramos  
Gonçalves  
Diogo de Sousa Martins  
Elisângela Rodrigues Carrijo  
Emanuel Tenório Paulino  
Estélio Henrique Martin Dantas  
Eveline Fernandes Vale  
Fabiana Leticia Sbaraini  
Fabio José Antonio da Silva  
Jaqueline Rocha Borges dos Santos  
João Francisco Severo Santos  
José Aderval Aragão  
José Roberto Zaffalon Júnior



Jovino Gentilini Junior  
Juliane Campos Inácio  
Líncon Bordignon Somensi  
Luciane Cristina Arantes  
Marcela Melo dos santos  
Marcello Alberton Herdt  
Marcelo de Oliveira Pinto  
Marcos Guimarães de Souza Cunha  
Maria Patricia Costa Villela  
Nara Michelle Moura Soares  
Paulo Celso Budri Freire  
Pedro Paulo Gattai Gomes  
Raquel Ayres  
Renata Oliveira de Barcelos  
Renato Carlos Machado  
Roberson Geovani Casarin  
Rogério Wagner da Silva  
Sergio Ibañez Nunes  
Sheila Moura Amaral  
Taíza Fernanda Ramalhais  
Vivian Victoria Vivanco Valenzuela

### **Ciências Exatas e da Terra**

Andrea Sartori Jabur  
Antônio Carlos Ribeiro Araújo Júnior  
Cláudia Hitomi Watanabe Rezende  
Dalvani Fernandes  
Evandro Preuss  
Gerson Cruz Araujo  
Gisane Aparecida Michelin  
Henrique Mariano Costa do Amaral  
Henrique Pereira Oliveira d'Eça  
Neves  
Isidro ihadua  
João César Abreu de Oliveira Filho  
Lívia Sancho  
Manolo Cleiton Costa de Freitas  
Marcos Vinicius de Oliveira Peres  
Paulo Celso Budri Freire  
Sonia Tomie Tanimoto

Tânia do Carmo  
Vagner Marques de Moura  
Valdecir Alves dos Santos Júnior

### **Ciências Humanas**

Ana Margarida Theodoro Caminhas  
Ana Maria Senac Figueroa  
Anderson Dantas da Silva Brito  
Breno Henrique Ferreira Cypriano  
Bruno Cezar Silva  
Camila Bueno Grejo  
Camila de Vasconcelos Tabares  
Cássia Maria Bonifácio  
Dalvani Fernandes  
Edonilce da Rocha Barros  
Elisângela Rodrigues Carrijo  
Eulalia Fabiano  
João César Abreu de Oliveira Filho  
João Francisco Severo Santos  
Josael Jario Santos Lima  
Luciano Sérgio Ventin Bomfim  
Marcos Pereira dos Santos  
Marcos Pereira Magalhães  
Miguel Rodrigues Netto  
Rebecca Bianca de Melo Magalhães  
Roberson Geovani Casarin  
Taíza Fernanda Ramalhais  
Tatiane dos Santos Duarte

### **Ciências Sociais Aplicadas**

Ana Margarida Theodoro Caminhas  
Bruno Cezar Silva  
Camila Augusta Alves Pereira  
Camila Nathalia Padula de Godoy  
Dandara Scarlet Sousa Gomes  
Bacelar  
Daniel Nascimento e Silva  
Darline Maria Santos Bulhões  
Denise Tanaka dos Santos  
Elisângela Rodrigues Carrijo

Eulalia Fabiano  
Fabio Adriano Stürmer Kinsel  
Fabricio Lemos de Siqueira Mendes  
Gelson Mario Filho  
Hector Rodrigo Ribeiro Paes Ferraz  
Helga Midori Iwamoto  
Horácio Monteschio  
João Francisco Severo Santos  
Josael Jario Santos Lima  
Leandro Nunes Soares da Silva  
Lucas Rosas de Freitas Sá Barreto  
Miguel Rodrigues Netto  
Nagib Abrahão Duailibe Neto  
Nelson Calsavara Garcia Junior  
Patrícia Loureiro Abreu Alves  
Barbosa  
Renato Obikawa Kyosen  
Sandy Rodrigues Faidherb  
Silvia Helena Ribeiro Cruz  
Solange Kileber  
Stella Villela Florêncio  
Thiago Nery Pandolfo  
Veyzon Campos Muniz  
Ygor de Siqueira Mendes Mendonça

### **Engenharias**

Alejandro Victor Hidalgo Valdivia  
Alex Milton Albergaria Campos  
Ana Carla Fernandes Gasques  
Andrea Sartori Jabur  
Arlete Barbosa dos Reis  
Cristhiane Michiko Passos Okawa  
Daniele Cristina Ficanha  
Diego Matheus Sanches  
Elaine Patricia Arantes  
Fernando Oliveira de Andrade  
Henrique Mariano Costa do Amaral  
Jefferson Sousa Farias  
Laís Roberta Galdino de Oliveira  
Leila Cristina Nunes Ribeiro

Letícia Reis Batista Rosas  
Marcelo Henrique da Silva  
Marcelo Marques  
Marcos Guimarães de Souza Cunha  
Mileni Cristina da Silva  
Renata Jardim Martini  
Thiago Averaldo Bimestre  
Tiago Brandão Costa  
Valdecir Alves dos Santos Júnior

### **Linguística, Letras e Artes**

Adriana dos Reis Silva  
Anderson Dantas da Silva Brito  
Danuzia Marjorye Santos de Araújo  
Jane Catia Pereira Melo  
Luceni Lazara da Costa Ribeiro  
Márcia Donizete Leite-Oliveira  
Maria Christina da Silva Firmino  
Cervera  
Simone Oliveira Vieira Peres  
Thiago Blanch Pires  
Vera Regiane Brescovici Nunes

### **Multidisciplinar**

Alejandro Victor Hidalgo Valdivia  
Ana Carla Fernandes Gasques  
Ana Margarida Theodoro Caminhas  
Andrea Sartori Jabur  
Arlete Barbosa dos Reis  
Cláudia Hitomi Watanabe Rezende  
Cristhiane Michiko Passos Okawa  
Érika Alves Tavares Marques  
Fabricio Lemos de Siqueira Mendes  
Fernando Oliveira de Andrade  
Isidro ihadua  
José Amorim  
Marcelo Marques

# Estudos Avançados em Ciências Agrárias

**Editora Chefe** Marcia A. A. Marques  
**Coordenadora Editorial** Isabela Arantes Ferreira  
**Bibliotecária** Cibele Maria Dias  
**Diagramação** Marcos Antonio Ribeiro Pereira  
**Revisão** Os Autores

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Estudos avançados em ciências agrárias [livro eletrônico] / organizadores Heloisa Gabriel Falcão, João Francisco Severo Santos. -- São Paulo : Bookerfield, 2022.  
PDF

Vários autores.  
Bibliografia.  
ISBN 978-65-89929-50-5

1. Agricultura 2. Alimentos - Controle de qualidade 3. Ciências agrárias 4. Tecnologia de alimentos I. Falcão, Heloisa Gabriel. II. Santos, João Francisco Severo.

22-108032

CDD-630

### Índices para catálogo sistemático:

1. Ciências agrárias 630

Cibele Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427

**DOI 10.53268/BKF22040700**

**Bookerfield Editora**  
São Paulo – Brasil  
Telefone: +55 (11) 98441-4444  
[www.bookerfield.com](http://www.bookerfield.com)  
[contato@bookerfield.com](mailto:contato@bookerfield.com)



## **DECLARAÇÃO DOS AUTORES**

Os autores declaram não haver qualquer interesse comercial ou irregularidade que comprometa a integridade desta obra; declaram que participaram da elaboração e revisão da obra, atestando a confiabilidade dos dados e resultados; declaram que a obra está livre de plágio acadêmico; declaram que a publicação desta obra não fere qualquer outro contrato por eles firmados; declaram ter atendido eventuais exigências de outras partes, como instituições financiadoras, para a publicação desta obra.

## **APRESENTAÇÃO**

Esta obra tem por objetivo apresentar produções acadêmicas que possuem em comum a grande área Ciências Agrárias. Permeando por este vasto tema, nas próximas páginas serão apresentados trabalhos que abordam sobre Ciência e Tecnologia de Alimentos, Engenharia Agrícola, bem como na Ciência Animal.

Desta forma, para melhor direcionar o fluxo da leitura, o livro está dividido em capítulos, nos quais os primeiros apresentados abordam o tema “Ciência e Tecnologia em Alimentos” e apresenta trabalhos desenvolvidos com ênfase em controle de qualidade, aproveitamento de subprodutos e planejamento experimental. Acredito que o controle de qualidade de alimentos e o aproveitamento de subprodutos são temas de grande relevância para nosso país e desta forma, nós como professores e pesquisadores, devemos, por meio da ciência sempre trazer novas pesquisas a fim de preencher lacunas no conhecimento e apresentar novas possibilidades e soluções para o melhor aproveitamento e utilização dos alimentos. Na sequência, são apresentados trabalhos desenvolvidos na temática de produção e caracterização de forrageiras de cereais de inverno, predição da produtividade da cultura da soja por meio da aplicação de modelos de regressão linear, bem como relatar um estudo casos de onfalite em bezerros.

Neste sentido, os trabalhos aqui apresentados, alinham-se a estas demandas e trazem novas análises que condizem com as necessidades emergentes da nossa sociedade.

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Heloisa Gabriel Falcão**

Instituto Federal de Educação (IFG) – Campus Inhumas.

O crescimento da economia e da taxa de urbanização de alguns países, especialmente da Ásia, resultou em significativas mudanças no estilo de vida das populações neles residentes, com incrementos no consumo de bens duráveis, energia e alimentos. Além disso, estima-se que a população mundial ultrapassará 8,5 bilhões de pessoas até 2030 e que a maior porção desse crescimento demográfico ocorrerá na China, Índia e Indonésia.

Esse contexto representa um desafio para a segurança alimentar e energética mundial, uma vez que, se as tendências atuais forem mantidas, a área agrícola deverá aumentar em cerca de 42 milhões hectares até 2027. Contudo, a limitação de terras agricultáveis permitirá um crescimento de apenas 10% em escala mundial, sendo que, quase metade disso se dará no Brasil e na Argentina. Assim, a América do Sul será a mais importante fonte de expansão agrícola do mundo.

Com abundantes recursos naturais e grande potencial de desenvolvimento agropecuário, a América do Sul configura importante elemento estratégico para melhorar a segurança alimentar global. Em particular, o setor agropecuário brasileiro é reconhecido internacionalmente pela elevada inserção no mercado globalizado, com destaque para produção de carne de frango, açúcar, suco de laranja, fumo, café e soja... produtos do agronegócio brasileiro que são campeões no *ranking* de exportações do mercado global. Outros produtos agropecuários brasileiros que merecem grande destaque por configurarem entre as primeiras posições no *ranking* mundial de produção e exportação são: carne bovina, óleo de soja, farelo de soja, milho e leite bovino.

A pandemia de Covid-19 impactou negativamente a economia mundial em razão das necessidades sanitárias e de distanciamento social. Ainda assim, mesmo em momentos de maiores restrições de circulação e transportes, vários segmentos agropecuários do Brasil experimentaram expressiva elevação na produção e vendas nacionais e internacionais. Isso ocorreu em razão das políticas preventivas de vários países no sentido de garantir a segurança alimentar de suas populações, restringindo as exportações e aumentando as importações de alimentos para ampliar suas reservas estratégicas.

Essas políticas preventivas não foram adotadas pelo Brasil e, devido ao desmonte dos estoques reguladores e da redução substancial dos recursos destinados a agricultura familiar desde 2017, o mercado interno foi drasticamente afetado pelas exportações *record* de 2020 e 2021. A redução da quantidade de milho, soja e carnes, principalmente bovina, no mercado interno promoveu expressivo aumento dos preços num momento onde houve aumento de desemprego e queda de renda das classes menos abastadas da população brasileira. O Brasil, que já tinha voltado ao mapa da fome em 2018, sofreu um aumento de 14% no número de domicílios com algum tipo de insegurança alimentar entre 2018 e 2020. Estima-se que mais de 55% da população brasileira sofreu de insegurança alimentar entre 2020 e 2021, conforme dados da rede Penssan e da Organização das Nações Unidas.

Nesse contexto, apesar das reduções dramáticas no volume de recursos públicos destinados a produção científica no Brasil, tornou-se ainda mais imprescindível a produção de pesquisas e a disseminação do conhecimento resultante delas. Composto por sete capítulos que apresentam pesquisas relevantes, esse livro pretende contribuir com subsídios significativos para o enfrentamento desse imenso desafio que se apresenta, ainda mais intenso nesses tempos de pós-Covid-19, que é elevar a eficiência da produção agropecuária a fim de garantir melhores condições de segurança alimentar para a população brasileira.

O primeiro capítulo apresenta uma proposta de utilização da farinha de *okara* para o enriquecimento do hambúrguer de carne bovina. Um dos produtos mais conhecidos do processamento da soja é o leite de soja ou



extrato aquoso de soja. Ele é obtido a partir da lavagem, maceração, aquecimento e filtração dos grãos de soja. O *okara* é o subproduto sólido do processo de filtração que separa o leite de soja. Aproximadamente, 250 g de farinha de *okara* são obtidos a partir do processamento de cada quilo de soja. Trata-se de um alimento altamente nutritivo, fonte de isoflavonas, antioxidantes, fibras solúveis e insolúveis que, além de auxiliar na redução de colesterol e triglicerídeos, previne a ação carcinogênica do bolo fecal.

Os capítulos 2 e 3 apresentam um estudo que desenvolveu e avaliou as características químicas, físicas e funcionais de biscoitos, tipo *cookie*, com substituição parcial de farinha de trigo por farinha de gérmen de milho. Essa proposta se mostra extremamente relevante do ponto de vista econômico e nutricional. Uma vez que o advento do conflito bélico entre Rússia e Ucrânia tende a reduzir a oferta de trigo no mercado global e elevar seus preços. O Brasil é o segundo maior produtor de milho do planeta e apenas o 21º produtor de trigo. O resultado disso é que o Brasil importa cerca de 50% do trigo consumido no mercado interno. Além disso, o aumento da prevalência de pessoas com sensibilidade ao glúten, apontado pela pesquisa nacional de saúde do IBGE em 2017, torna esse tipo de experimento, muito relevante para o aumento de alternativas alimentares para esse público.

O capítulo 4 compreende um estudo que identificou os agentes causadores de mastite em vacas leiteiras. Além disso, avaliou a relação entre a sua ocorrência de mastite e a qualidade do leite. A mastite é uma reação inflamatória da glândula mamária, geralmente associada à presença de microrganismos, que reduz a qualidade do leite e seus derivados, bem como a segurança do consumidor em razão de alterações na composição físico-química e sensorial dos produtos. Trata-se de uma pesquisa de grande relevância, uma vez que a retomada das exportações de leite para a China em 2021 tende a reduzir a oferta no mercado interno. Ainda sem as exportações para a China, o Brasil vendeu cerca de 29 milhões de toneladas de leite para Argélia, Venezuela, Estados Unidos, Argentina e Uruguai em 2021. Isso explica parte da pressão inflacionária sobre o produto desde o início das medidas de contenção da Covid-19. Nesse contexto, contribuições que auxiliem na melhoria da qualidade e aumento da produtividade são salutares.

O capítulo 5 nos relata um experimento que analisou as características químicas e bromatológicas de forragens de cereais de inverno em duas alturas de corte do solo e os benefícios da manutenção da cobertura vegetal na forma de matéria seca. Cereais de inverno, como centeio, trigo, triticale, cevada e aveia, além de produzirem grãos utilizados na alimentação humana, podem servir de alimento para aves, suínos, bovinos de corte, ovinos e, principalmente, vacas leiteiras. Na região Sul do Brasil, durante o inverno, não é incomum que grande parte de áreas agrícolas e máquinas fiquem ociosas. Dessa forma, a produção de cereais de inverno para forragear os rebanhos e para formar reservas para épocas de escassez parece ser uma estratégia viável para melhorar a constância da produtividade animal,

gerando renda e diluindo os custos fixos da propriedade rural. Ademais, a manutenção de matéria seca no solo contribui para a redução de custos por meio da conservação da fertilidade do solo e redução da perda de carbono e necessidade de insumos.

O sexto capítulo trata da utilização de técnicas de sensoriamento remoto para estimar a produtividade da cultura da soja, com a utilização de imagens de satélite. São apresentados modelos de regressão múltipla para prever a produtividade a partir de índices de vegetação (NDVI, SAVI, NDWI e EVI2). Ainda que pesquisas oficiais com as do IBGE e CONAB estimem a produtividade da soja com relativa precisão em escala estadual, elas são baseadas em abordagens qualitativas com grupos focais. Assim, o desenvolvimento de novas técnicas para o acompanhamento das culturas em escala microrregional pode contribuir para a redução de custos e maior precisão nas pesquisas oficiais. Além disso, os produtores e operadores do agronegócio podem fazer uso de insumos específicos para o planejamento da cultura e tomada de decisões.

O capítulo 7, último desse livro, relata um estudo de 30 casos de onfalite em bezerros, dos quais 15 animais foram tratados conservadoramente e 15 submetidos ao tratamento cirúrgico. A onfalite constitui uma infecção dos remanescentes umbilicais cuja evolução pode resultar em óbito do animal ou comprometer o crescimento e rentabilidade do sistema produtivo desse. Os escassos estudos epidemiológicos brasileiros, a respeito dessa afecção umbilical, relatam que entre 21% e 45% dos bezerros neonatos desenvolverão algum nível dessa infecção e desses, entre 5,5% e 10% irão a óbito. Os resultados do estudo descrito nesse capítulo são extremamente relevantes para que criadores, zootecnistas e médicos veterinários tenham maiores evidências na tomada de decisão a respeito dos procedimentos a serem adotados diante de tal situação.

**João Francisco Severo Santos**

Doutor em Ciências do Ambiente - UFT

Analista de Pesquisas Agropecuárias - IBGE

# SUMÁRIO

## CAPÍTULO 1

<b>DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE HAMBÚRGUERES DE CARNE BOVINA COM ADIÇÃO DE FARINHA DE OKARA .....</b>	<b>15</b>
Heloisa Gabriel Falcão	
Neusa Fátima Seibel	
Margarida Masami Yamaguchi	
DOI: 10.53268/BKF22040701	

## CAPÍTULO 2

<b>AVALIAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE BISCOITOS TIPO <i>COOKIE</i> COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE FARINHA DE TRIGO POR FARINHA DE GÉRMEN DE MILHO: PARTE I .....</b>	<b>28</b>
Janaína Sena de Alcântara	
Weslany Oliveira	
Talita Pereira Baêta Santos	
Heloisa Gabriel Falcão	
DOI: 10.53268/BKF22040702	

## CAPÍTULO 3

<b>AVALIAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE BISCOITOS TIPO <i>COOKIE</i> COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE FARINHA DE TRIGO POR FARINHA DE GÉRMEN DE MILHO: PARTE II .....</b>	<b>42</b>
Janaína Sena de Alcântara	
Weslany Oliveira	
Talita Pereira Baêta Santos	
Heloisa Gabriel Falcão	
DOI: 10.53268/BKF22040703	

## CAPÍTULO 4

<b>MICROORGANISMOS CAUSADORES DE MASTITE EM REBANHOS LEITEIROS DA REGIÃO DE SÃO JOÃO DEL-REI E A QUALIDADE DO LEITE .....</b>	<b>56</b>
Ana Luiza de Oliveira Leite	
Fernanda Morcatti Coura	
Sônia de Oliveira Duque Paciulli	
DOI: 10.53268/BKF22040704	

## **CAPÍTULO 5**

### **TECNOLOGIA NIR, RENDIMENTO E VALOR NUTRITIVO DE CEREAIS DE INVERNO PARA SILAGEM..... 69**

Carlos Eugênio Fortes Teixeira

Elisa Silveira Teixeira

Renato Fontaneli

DOI: 10.53268/BKF22040705

## **CAPÍTULO 6**

### **USO DE INDICES DE VEGETAÇÃO NA MODELAGEM DA PRODUTIVIDADE DA SOJA NO SUL DO ESTADO DO TOCANTINS..... 81**

Roberto de Oliveira Santos

Saulo de Oliveira Lima

Jacinto Pereira Santos

DOI: 10.53268/BKF22040706

## **CAPÍTULO 7**

### **ABORDAGEM CIRÚRGICA EM BEZERROS COM ONFALITE..... 94**

André Giarola Boscarato

William Del Conte Martins

Filipe Correa Pacheco

Salviano Tramontin Belettini

Ana Maria Quessada

Luiz Romulo Alberton

DOI: 10.53268/BKF22040707

## **ÍNDICE REMISSIVO ..... 104**

## **SOBRE OS ORGANIZADORES..... 106**

## DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE HAMBÚRGUERES DE CARNE BOVINA COM ADIÇÃO DE FARINHA DE OKARA

**Heloisa Gabriel Falcão**

[lattes.cnpq.br/6855876451706440](https://lattes.cnpq.br/6855876451706440)

Instituto Federal de Goiás, Inhumas,  
Goiás

**Neusa Fátima Seibel**

[lattes.cnpq.br/3681742092787338](https://lattes.cnpq.br/3681742092787338)

Universidade Tecnológica Federal  
do Paraná, Londrina, Paraná

**Margarida Masami Yamaguchi**

[lattes.cnpq.br/5674856275136661](https://lattes.cnpq.br/5674856275136661)

Universidade Tecnológica Federal  
do Paraná, Londrina, Paraná

**RESUMO** - Grandes quantidades de okara são geradas atualmente pela produção de Extrato Aquoso de Soja (EAS) e tofu. Embora este subproduto apresente um grande potencial de aplicação em diversos produtos, sua utilização ainda é limitada. Portanto, o objetivo desta pesquisa foi otimizar a formulação de hambúrgueres de carne bovina com proteína texturizada de soja (PTS), okara e toucinho utilizando o planejamento para misturas simplex centroide. Sete formulações foram desenvolvidas utilizando diferentes proporções (0%, 4% e 8%) destes ingredientes. Após

mistura, moldagem e assamento, as amostras foram submetidas ao teste de aceitação e intenção de compra no qual os seguintes atributos sensoriais foram avaliados: aparência, cor, sabor, textura (escala hedônica híbrida) e aceitação global (escala hedônica de 5 pontos). As análises realizadas dos modelos matemáticos, das superfícies de respostas e de desejabilidade mostraram que a formulação ótima para os hambúrgueres foi aquela formulada com a adição de até 8% de farinha de okara (p/p).

**PALAVRAS-CHAVE:** Aceitação; Delineamento simplex centroide; Produto cárneo; Otimização; Subproduto.

### 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem-se dado muita atenção ao enriquecimento dos alimentos e ao não desperdício. Concomitantemente a isto, o uso da soja e seus derivados têm sido incentivados para serem inseridos na dieta da população (LAROSA *et al.*, 2006), pois apesar do Brasil ser o segundo maior produtor desta leguminosa, seu consumo ainda não é generalizado (CARRÃO-PANIZZII, 2001).

Aliado a estes fatores, existe uma grande deficiência de proteína de alto valor biológico em países em desenvolvimento juntamente com o alto custo da carne, o que faz com que haja crescente interesse na possibilidade de fabricação de alimentos ricos em proteínas e palatáveis a partir de fontes vegetais (LAWRIE, 2005).

Os diferentes tipos de processamentos do extrato aquoso de soja e tofu, originam um material conhecido como *okara*, que por sua vez possui uma composição muito interessante e similar ao grão que lhe deu origem. Desta forma, o potencial de aplicação deste subproduto em diferentes indústrias do setor alimentício é alto e estudos têm sido direcionados para seu emprego em diversos produtos como de panificação, doces, produtos cárneos entre outros.

Devido à importância deste grão, não só para a melhora do estado nutricional da população, como também devido às suas implicações na prevenção de doenças crônico-degenerativas, juntamente com sua alta disponibilidade no Brasil (CARRÃO-PANIZZI, 2001), torna-se relevante a necessidade da inserção desta leguminosa e seus derivados em produtos comumente consumidos pela população no geral. Portanto, diante da carência de estudos sobre a adição do okara em produtos cárneos, principalmente em hambúrgueres e, face às características positivas do mesmo, tanto em relação à saúde, quanto à sua funcionalidade, este trabalho teve como objetivo inserir este subproduto no hambúrguer bovino e avaliar suas características físico-químicas e sensoriais.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A farinha de okara foi obtida a partir da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivar BRS 232 proveniente da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Foram adquiridos em comércio local a proteína texturizada de soja (PTS), glutamato monossódico assim como os demais ingredientes. Carne bovina (corte carne patinho) e toucinho foram adquiridos no mesmo dia da produção e mantidos refrigerados (5 °C). A carne bovina foi submetida à toalete, objetivando padronizar o teor de gordura da matéria prima carne, além de reduzir possíveis variações de textura associada à presença de tecido conjuntivo. Para o toucinho, o preparo consistiu na retirada da pele. Após preparo, ambos foram reservados em recipientes distintos sob refrigeração (5°C). A quantidade dos ingredientes utilizados para a elaboração dos hambúrgueres encontra-se descrita na Tabela 1.



**Tabela 1:** Ingredientes utilizados nas formulações de hambúrgueres de carne bovina com diferentes concentrações de proteína texturizada de soja (PTS), okara e toucinho

Ingredientes	Quantidade (g/100g)						
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Orégano	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Alho em pó	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Condimento para hambúrguer*	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67
Glutamato monossódico	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Água	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Carne bovina (patinho)	76,21	76,21	76,21	76,21	76,21	76,21	76,21
Toucinho <sup>1</sup>	7,00	7,00	15,00	7,00	11,00	11,00	9,67
PTS <sup>2</sup>	8,00	0	0	4,00	4,00	0	2,66
Okara <sup>3</sup>	0	8,00	0	4,00	0	4,00	2,66
Total (g)	100	100	100	100	100	100	100

\*Composição: Condimento preparado (sal, maltodextrina, açúcar, pimenta em pó, cebola em pó, antioxidante eritorbato de sódio, corantes urucum e oleoresina de páprica, antiemectante dióxido de silício e aromatizante e estabilizante. 1, 2 e 3 – Variáveis independentes estudadas. Quantidades expressas de acordo com o planejamento experimental de misturas

Após preparo das matérias-primas (patinho e toucinho), ambas foram submetidas à moagem em moedor de disco de 8 mm de diâmetro (Marca Skymesen/ Modelo PSEE-98MHD), pesadas e acrescidas dos demais ingredientes. Após conveniente mistura (manual, por 10 minutos), foram submetidas à moldagem, utilizando-se forma para obtenção de hambúrguer com diâmetro de 90 mm e espessura de 5 mm. Os hambúrgueres obtidos foram acondicionados em filme de PVC, identificados e congelados em freezer à -18°C. Após congelamento as amostras foram dispostas em formas de alumínio e assadas em forno industrial a gás por 30 minutos à uma temperatura de 180 ± 5°C. Padronizou-se um tempo médio de 15 minutos para cada lado do produto, tempo necessário para se obter homogeneidade de cor e para que a temperatura interna dos hambúrgueres atingisse no mínimo 72°C (temperatura mensurada com termômetro tipo espeto, marca Incoterm, modelo TD-01) no centro do produto.

## 2.1 Obtenção da farinha de okara

O okara foi obtido a partir de adaptações da metodologia descrita por Mandarino, Benassi e Carrão-Paniizi (2003). Iniciou-se com o cozimento dos grãos por 5 minutos em água em ebulição (relação soja:água 1:5) com posterior drenagem da água de cozimento e lavagem dos grãos em água corrente em temperatura ambiente. Após, foi realizado mais um cozimento dos grãos em água em ebulição, porém a relação utilizada soja:água foi 1:3, por 5 minutos. Após cozimento, os grãos cozidos juntamente com a água de cozimento, foram resfriados até temperatura ambiente. Logo em seguida, foi realizada a trituração em liquidificador industrial por 1 minuto com posterior filtragem. Para a produção da farinha, procedeu-se com a centrifugação para remoção do excesso de umidade e secagem do okara, em estufa com circulação forçada de ar a 60°C por 10 horas (GRIZOTTO *et al.*, 2012), com posterior moagem.

## 2.2 Desenvolvimento da formulação utilizando o delineamento misturas simplex centroide

Sete formulações de hambúrgueres de carne bovina com misturas binárias ou terciária de PTS, Okara, e toucinho foram desenvolvidas. As variáveis independentes codificadas ( $x_1$ ,  $x_2$  and  $x_3$ ), as variáveis dependentes decodificadas [ $X_1$  = TSP (%),  $X_2$  = Okara (%) and  $X_3$  = bacon (%)] e seus níveis de variações são apresentadas na Tabela 2. O conteúdo de cada componente adicionado variou entre 0% e 8%.

**Tabela 2:** Planejamento experimental utilizado no desenvolvimento de hambúrgueres de carne bovina com adição de okara

Ensaio <sup>a</sup>	Variáveis independentes					
	Valores codificados			Valores reais (%)		
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$X_1$	$X_2$	$X_3$
01	1	0	0	8	0	0
02	0	1	0	0	8	0
03	0	0	1	0	0	8
04	0,5	0,5	0	4	4	0
05	0,5	0	0,5	4	0	4
06	0	0,5	0,5	0	4	4
07	0,33	0,33	0,33	2,66	2,66	2,66

$x_1 + x_2 + x_3 = 1$ .  $X_1$  = Proteína Texturizada de Soja (PTS, %);  $X_2$  = Farinha de okara (%);  $X_3$  = Gordura (%). <sup>a</sup> Ensaio foram feitos aleatoriamente.

Como formulação padrão, considerou-se aquela que foi adicionada somente de PTS (F1, Tabela 1), uma vez que é comum a utilização deste

componente nos hambúrgueres já comercializados aqui no país. Todas as formulações foram preparadas individualmente e da mesma maneira, de forma a não obter variações no processo. Para todas as formulações os demais componentes foram mantidos constantes.

### 2.3 Análise sensorial

O teste de aceitação foi conduzido em 7 dias diferentes, um dia para cada amostra. A ordem de apresentação das amostras foi determinada através de sorteio, que consistiu na seguinte ordem: F7, F4, F1, F6, F3, F5, F2. As amostras foram servidas quentes ( $\pm 50^\circ\text{C}$ ) em pratos brancos descartáveis codificados com três dígitos aleatórios, contendo 1/8 da amostra de conforme Bomdespacho *et al.* (2011). As análises foram conduzidas no laboratório de Análise Sensorial da UTFPR Campus Londrina com a participação de 51 julgadores não treinados para cada amostra, totalizando 357 julgadores. Foi utilizado para os testes a escala hedônica híbrida, proposta por Villanueva, Petenate e Da Silva (2005) com 10 centímetros de comprimento (0 = desgosta extremamente; 5 = não gostei, nem desgostei; 10 = gostei extremamente) para os atributos cor, sabor, textura, aparência e aceitação global. Simultaneamente ao teste de aceitação, foi realizado o teste de intenção de compra, no qual uma escala de 5 pontos (5 = certamente eu compraria o produto; 1 = eu certamente não compraria o produto) foi utilizada. A aplicação dos testes sensoriais foi realizada após a aprovação do projeto no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP, Processo nº 15752513.2.0000.5547) e o procedimento foi informado a cada julgador antes de cada avaliação.

### 2.4 Análise dos dados e otimização das formulações

A Metodologia de Superfície de Resposta (MSR) foi utilizada para avaliar os efeitos das variáveis independentes nas funções respostas. Sete diferentes ensaios foram realizados e para cada ensaio as seguintes funções respostas foram avaliadas:  $y_1$  = teor de umidade,  $y_2$  = teor de proteína,  $y_3$  = teor de lipídios e  $y_4$  = teor de cinzas. As funções respostas foram analisadas utilizando o Statistica 7.0 e o modelo canônico de Scheffé (1963) (Equação 1) foi ajustado para os dados experimentais e os modelos linear, quadrático e cúbico foram testados para obter seus respectivos coeficientes de regressão.

$$y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{23} x_2 x_3 + \beta_{123} x_1 x_2 x_3 \quad (1)$$

onde  $y$  é a função resposta observada,  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_{12}, \beta_{13}, \beta_{23}$  e  $\beta_{123}$  são os coeficientes de regressão estimados,  $x_1, x_2$  e  $x_3$  são os níveis codificados adicionados das variáveis dependentes e  $1 > x_i > 0$  e  $\sum = 1,0$ . Os coeficientes não significativos ( $p > 0,05$ ) foram eliminados do modelo inicial (caso houvesse melhor ajuste dos modelos) e os resultados foram reajustados utilizando a Equação 1. A qualidade dos modelos experimentais foi verificada pela Análise de Variância (ANOVA) a um nível de 5% de significância ( $p$ ), pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e coeficiente de determinação ajustado ( $R^2$

ajust).

Para otimizar a formulação de hambúrguer, foi considerada a aceitação global dos hambúrgueres e a função de desejabilidade foi empregada. Este procedimento foi realizado para maximizar as funções respostas avaliadas. A formulação ótima indicada pelo Software foi comparada com o modelo de regressão proposto através do t-Student.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Avaliação dos efeitos das misturas de PTS, okara e toucinho na aceitação dos hambúrgueres

O teste de aceitação objetivou verificar possíveis alterações na aceitação dos hambúrgueres decorrentes da adição dos ingredientes  $X_1$  (proteína texturizada de soja),  $X_2$  (okara) e  $X_3$  (toucinho) em diferentes concentrações. A partir dos valores médios das notas dadas pelos julgadores (Tabela 3) aos sete ensaios, foram obtidos os modelos das equações  $y_5$  (aparência),  $y_6$  (cor),  $y_7$  (sabor),  $y_8$  (textura),  $y_9$  (aceitação global) e  $y_{10}$  (intenção de compra) com os seus respectivos coeficientes de regressão e análise de variância dos modelos matemáticos (Tabela 4).

**Tabela 3:** Resultado da avaliação sensorial no teste de aceitação das formulações

Ensaio	PTS	Ok	Touc	Funções respostas <sup>1</sup>					
				Aparência	Cor	Sabor	Textura	AG	IC
1	8	0	0	6,96 ±2,35	6,87 ±2,12	7,70 ±1,95	7,03 ±2,31	7,42 ±2,09	3,78 ±0,99
2	0	8	0	7,47 ±1,99	7,65 ±1,88	7,80 ±2,29	7,58 ±2,16	7,67 ±1,99	3,80 ±0,98
3	0	0	8	7,22 ±2,11	7,36 ±1,92	7,58 ±2,42	7,29 ±2,08	7,38 ±2,08	3,98 ±0,73
4	4	4	0	7,79 ±1,73	7,75 ±1,59	8,57 ±1,23	8,06 ±1,55	8,25 ±1,23	4,10 ±0,73
5	4	0	4	7,81 ±1,63	7,94 ±1,35	8,13 ±1,69	7,86 ±1,63	8,05 ±1,24	3,98 ±0,58
6	0	4	4	7,74 ±1,75	7,92 ±1,70	8,08 ±1,67	8,25 ±1,47	7,92 ±1,55	3,94 ±0,79
7	2,66	2,66	2,66	7,74 ±1,44	7,80 ±1,52	8,51 ±1,25	8,15 ±1,10	8,40 ±1,09	4,24 ±0,65

Resultados foram expressos como média ± desvio padrão. AG = Aceitação global, IC = Intenção de compra

**Tabela 4:** Coeficientes de regressão, análise de variância e ajuste dos modelos matemáticos obtidos no teste de aceitação dos hambúrgueres adicionados de diferentes níveis<sup>1</sup> de PTS, okara e toucinho

Funções respostas <sup>1</sup>						
Coeficientes	Aparência	Cor	Sabor	Textura	Aceitação global	Intenção de compra
<i>Quadrático</i>						
$\beta 1$	6,98*	6,89*	7,70*	7,04*	7,41*	3,76*
$\beta 2$	7,49*	7,67*	7,80*	7,59*	7,66*	3,80*
$\beta 3$	7,24*	7,38*	7,58*	7,30*	7,37*	4,01*
$\beta 12$	1,99	1,60	3,36*	2,80	3,00	1,47
$\beta 13$	2,57	2,94	2,04	2,58	2,78	0,63
$\beta 23$	1,27	1,30	1,64	3,04	1,76	---
Significância do modelo (p) (one-way ANOVA)	0,30	0,20	0,07	0,15	0,18	0,35
$R^2$	0,95	0,95	0,99	0,99	0,99	0,80
$R^2_{ajustado}$	0,71	0,71	0,99	0,93	0,93	0,42

<sup>1</sup>Níveis: 0%, 4% e 8%. \*Termos significativos em nível de 5%. O termo  $\beta 23$  da função resposta foi removido devido a melhor qualidade de ajuste do modelo

As respostas gráficas dadas pela superfície de resposta estão apresentadas na Figura 2. Os modelos matemáticos  $y_5$ ,  $y_6$ ,  $y_7$ ,  $y_8$ ,  $y_9$  e  $y_{10}$  apresentaram efeitos linear e quadráticos significativos ao nível de 5% de significância e o termo cúbico não foi significativo para todas as variáveis estudadas.

Ahmedna, Prinyawiwatkul e Rao (1999) relatam que a adição de proteína melhora a aparência dos produtos com ela adicionados. A aparência dos hambúrgueres (função resposta  $y_5$ ) foi afetada significativamente pela presença dos componentes  $X_1$  (proteína texturizada de soja),  $X_2$  (okara) e  $X_3$  (toucinho) ( $p < 0,05$ ) (Tabela 4). Os termos  $\beta 12$ ,  $\beta 13$  e  $\beta 23$  não foram significativos, mas foram considerados devido ao melhor ajuste do modelo. Pelos coeficientes da equação ( $y_5$ ) a variável  $X_2$  (okara) apresentou a maior contribuição na equação, seguida das variáveis  $x_3$  (toucinho) e  $x_1$  (proteína texturizada de soja) apresentando termos muito próximos (termos  $\beta 2$ ,  $\beta 3$  e  $\beta 1$  respectivamente, Tabela 4). Ao analisar a superfície de resposta (Figura 1a) pode-se observar o comportamento similar dos componentes. Da mesma forma, Turhan, Temiz e Sagir (2007), ao submeterem amostras de hambúrgueres de carne bovina adicionados de diferentes teores de farinha de okara ao teste de aceitação, verificaram que as amostras adicionadas de

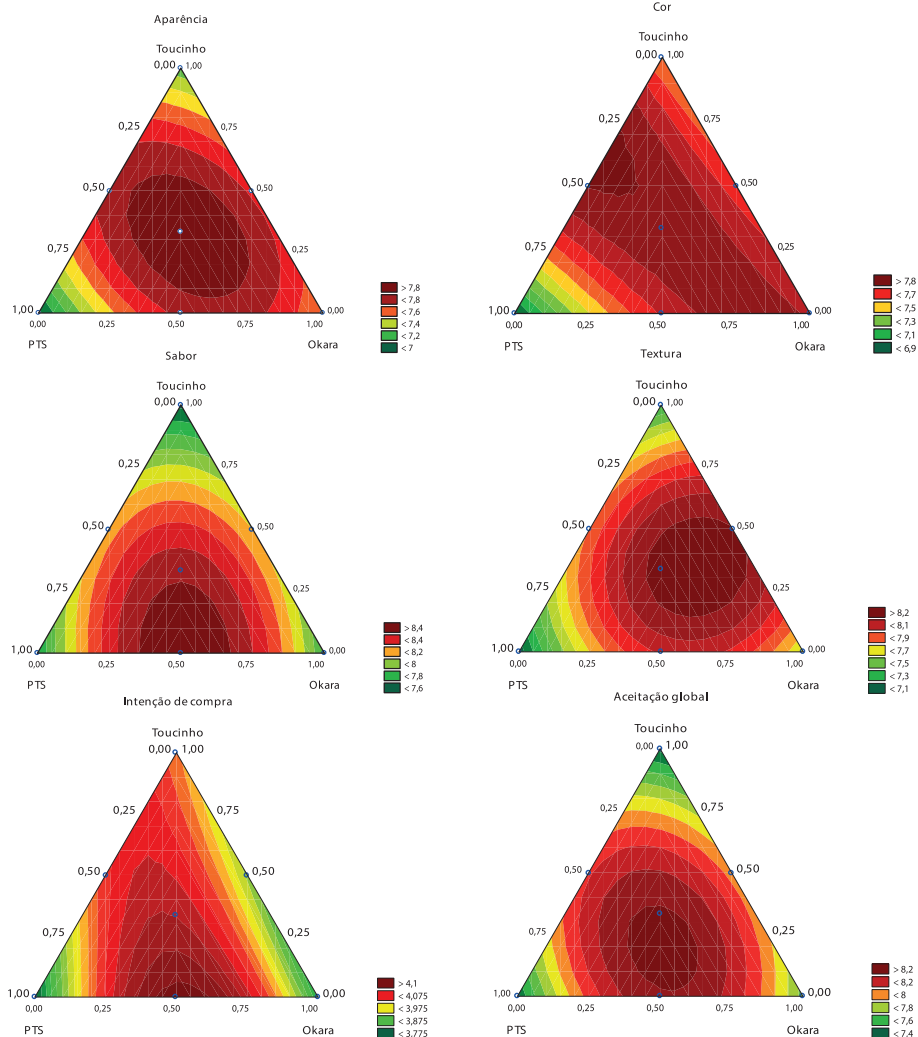
7,5 % a 15 % de farinha de okara tiveram as melhores notas para aparência.

A função resposta  $y_6$  = cor, foi afetada significativamente pelos componentes  $X_1$  (proteína texturizada de soja),  $X_2$  (okara) e  $X_3$  (toucinho) ( $p < 0,05$ ), com termos quadráticos positivos (Tabela 4). Os termos  $\beta_{12}$ ,  $\beta_{13}$  e  $\beta_{23}$  não foram significativos, mas foram mantidos na equação devido ao melhor ajuste do modelo. Pelos coeficientes da equação  $y_6$ , a variável  $X_2$  (okara) exerceu maior influência na coloração do hambúrguer, seguida das variáveis  $X_3$  (toucinho) e  $X_1$  (proteína texturizada de soja). Desta forma, a amostras adicionada de farinha de okara apresentou uma melhor coloração, ou seja, os hambúrgueres foram muito bem aceitos pelos julgadores em relação ao seus aspecto visual do produto, sendo este fator muito importante uma vez que o primeiro contato do consumidor com o produto é visual. As médias das notas obtidas variaram de 6,87 a 7,94 (Tabela 7). Bomdespacho *et al.* (2011) no teste de aceitação de hambúrgueres de carne de frango adicionados de okara, e utilizando uma escala hedônica de nove pontos, obtiveram notas inferiores para as amostras adicionadas de 50 % de okara ( $X_2$ ). As amostras contendo 30 % ou menos, não diferiram do controle em relação a este atributo e suas médias variaram de 6,0 a 7,0.

A função resposta  $y_7$  = sabor, foi afetada significativamente pelos componentes  $X_1$  (proteína texturizada de soja),  $X_2$  (okara) e  $X_3$  (toucinho) ( $p < 0,05$ ), com termos quadráticos positivos  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$  e  $\beta_{12}$ . Os termos  $\beta_{13}$  e  $\beta_{23}$  não foram significativos, porém foram mantidos na equação devido ao melhor ajuste do modelo. Pelos coeficientes da equação  $y_7$ , o atributo sabor foi mais afetado pelo componente  $X_2$  (okara) seguida de  $X_1$  (proteína texturizada de soja) e  $X_3$  (toucinho). O efeito do componente  $X_2$  (okara) revela que o aumento das concentrações deste componente apresenta uma melhora no sabor do produto perante a percepção dos julgadores, podendo ser justificada pelo alto teor de proteínas contido no okara, pois, Ahmedna, Prinyawiwatkul e Rao (1999) relataram que a adição de proteína melhora o sabor dos produtos. A interação significativa e positiva entre PTS e okara observada, revela que a mistura destes dois componentes também pode ser benéfica para a melhora do sabor do produto. Da mesma forma, Turhan, Temiz e Sagir (2007) obtiveram as maiores notas para este atributo ( $p < 0,05$ ) para as amostras adicionadas com até 22,5 % de okara fresco.



**Figura 1:** Superfície de resposta para os componentes:  $X_1$  (PTS),  $X_2$  (okara) e  $X_3$  (toucinho), mostrando o efeito das misturas nas variáveis dependentes  $y_5$  = aparência (a),  $y_6$  = cor (b),  $y_7$  = sabor (c),  $y_8$  = textura (d),  $y_9$  = aceitação global e  $y_{10}$  = intenção de compra



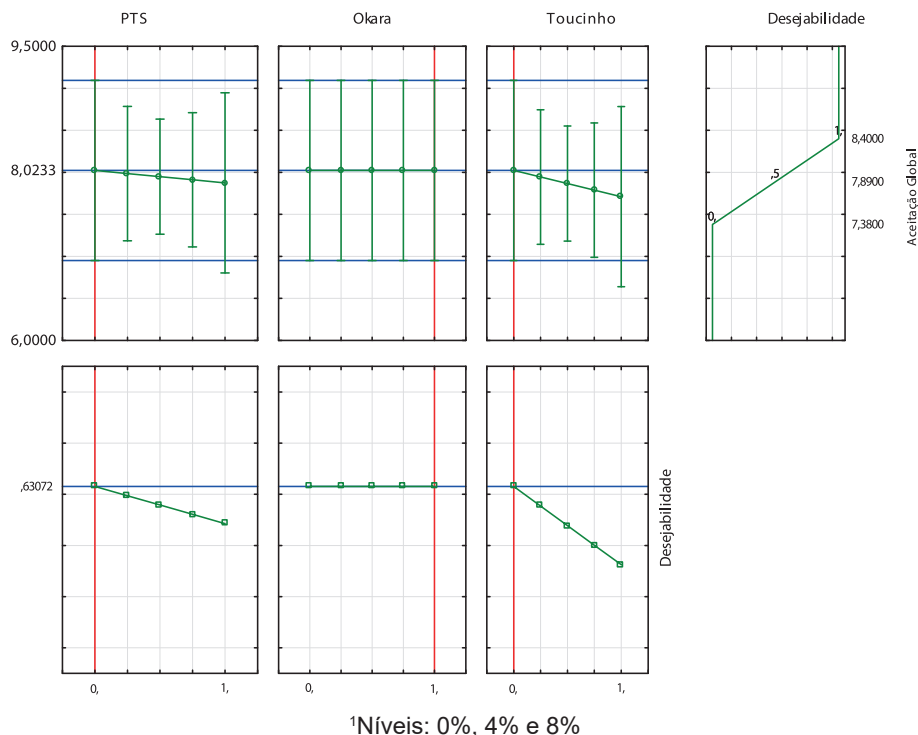
A textura dos hambúrgueres (função resposta  $y_8$ ) foi afetada significativamente pelos componentes  $X_1$  (proteína texturizada de soja),  $X_2$  (okara) e  $X_3$  (toucinho) ( $p < 0,05$ ), com termos quadráticos positivos  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  e  $\beta_3$ . Os termos  $\beta_{12}$ ,  $\beta_{13}$  e  $\beta_{23}$  não foram significativos, porém foram mantidos na equação devido ao melhor ajuste do modelo. Analisando os coeficientes da equação  $y_8$  = textura, a variável  $X_2$  (okara) apresentou maior contribuição,

seguida das variáveis  $X_3$  (toucinho) e  $X_1$  (proteína texturizada de soja). Estes valores revelam que o okara ( $X_2$ ) atua na melhora da textura destes produtos de acordo com a percepção dos julgadores. Ahmedna, Prinyawiwatkul e Rao (1999) relatam que a adição de proteína melhora a textura dos produtos. Esta maior nota pode ser atribuída ao fato do okara possuir alto teor proteico. Desta forma, o okara ( $X_2$ ) pode ter atuado como melhorador de textura, já que alguns autores têm utilizado derivados da soja na elaboração de produtos cárneos como fonte proteica, atuando como melhoradores tecnológicos de textura e maciez, e agindo como agente emulsionante em hambúrgueres e salsicha (BOMDESPACHO *et al.*, 2011).

Com relação à aceitação global dos hambúrgueres (função resposta  $y_9$ ), termos quadráticos foram significativos ( $p < 0,05$ ). Os coeficientes  $\beta_{12}$ ,  $\beta_{13}$  e  $\beta_{23}$  não foram significativos, porém foram considerados devido à contribuição no ajuste do modelo. A função resposta  $y_9$  (aceitação global) teve maior influência significativa do componente  $X_2$  (okara), seguida dos componentes  $X_1$  (proteína texturizada de soja) e  $X_3$  (toucinho) ( $p < 0,05$ ), ou seja, com a adição de 8% de okara, maiores notas para o teste de aceitação global foram obtidas, o que é benéfico, pois o okara melhorou a aceitação global do produto. Gurjal *et al.* (2002) observaram que, para o mesmo atributo, as notas decresciam com o aumento da proteína texturizada de soja nos hambúrgueres.

Para a intenção de compra dos hambúrgueres (função resposta  $y_{10}$ ), termos lineares foram significativos ( $p < 0,05$ ). Os termos quadráticos  $\beta_{12}$  e  $\beta_{13}$  não foram significativos, porém foram mantidos no modelo devido à sua contribuição no ajuste do mesmo. Analisando os coeficientes desta equação, foi observado que o toucinho, (coeficiente  $\beta_3$ ) apresentou maior contribuição seguida dos componentes  $X_2$  (okara) e  $X_1$  (proteína texturizada de soja). Os componentes  $X_2$  (okara) e  $X_1$  (proteína texturizada de soja) apresentaram efeitos muito semelhantes, com valores de coeficientes muito próximos ( $\beta_1$  e  $\beta_2$ , Tabela 5). O mesmo comportamento foi encontrado por Yamaguchi *et al.* (2011), que relata que não houve diferença ( $p < 0,05$ ) entre as amostras de hambúrgueres formuladas com a adição de proteína texturizada de soja e okara submetidas ao teste de intenção de compra.

**Figura 2:** Parâmetros de desejabilidade para a função resposta aceitação global dos hambúrgueres adicionados de diferentes níveis<sup>1</sup> de PTS, okara e toucinho.



Foi possível prever uma região ótima para a formulação das amostras de hambúrgueres de carne bovina formulados com diferentes níveis de adição de PTS, okara e toucinho a partir da análise dos parâmetros de desejabilidade da função resposta  $y_9$  (aceitação global) (Figura 4). O produto formulado considerado de ótima aceitação global ocorreu quando  $x_1 = 0$ ,  $x_2 = 1$  e  $x_3 = 0$ , o qual corresponde ao ensaio 2, com 0 % de adição de PTS, 8 % de adição do componente de okara e 0 % de adição de toucinho.

#### 4. CONCLUSÃO

A adição de diferentes concentrações de PTS, okara e toucinho influenciou significativamente as características estudadas dos hambúrgueres. Todas as formulações produzidas foram aceitas pelos provadores, com médias acima de sete pelos provadores e intenção de compra acima de 3,6. A farinha de okara contribuiu positivamente nas formulações e sua utilização torna-se viável, uma vez que é um subproduto com alto teor de proteínas. A partir da ferramenta de desejabilidade, otimizou-se uma formulação de hambúrguer com ótima aceitação global, no qual a melhor formulação foi

àquela correspondente à formulação 2, contendo 8% de adição de farinha de okara.

## REFERÊNCIAS

AHMEDNA, M., PRINYAWIWATKUL, W., RAO, R. M. Solubilized wheat protein isolate: functional properties and potential food applications. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, vol. 47, n. 4, p. 1340-1345. 1999.

AOAC Association of official analytical chemists. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists** (18. ed.). Maryland: AOAC.

BOMDESPACHO, L. Q., CAVALLINI, D. C. U., CASTRO, A. D., ROSSI, E. A. O emprego de okara no processamento de “hambúrguer” de frango fermentado com *Lactobacillus acidophilus* crl 1014. **Alimentos e Nutrição**, vol. 22, n.2, p. 315-322. 2011.

CARRÃO-PANIZZI, Mercedes C. Apresentação. In: Soja Saúde. 2001. Londrina. **Anais do I Simpósio Brasileiro sobre os Benefícios da soja para a Saúde Humana**. Londrina. EMBRAPA: 2001.

GURJAL, H. S., KAUR, A., SINGH, N., SODHI, N. S. Effect of liquid whole egg, fat and textured soy protein on the textural, and cooking properties of raw and baked patties from goat meat. **Journal of Food Engineering**, vol. 53, n. 4, p. 377-385. 2002

GRIZOTTO, R. K., ANDRADE, J. C., MIYAGUSKU, L., YAMADA, E. A. Physical, chemical, technological and sensory characteristics of Frankfurter type sausage containing okara flour. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, vol. 32, n. 3, p. 538-546. 2012.

LAROSA G.; ROSSI, E. A.; BARBOSA, J. C.; CARVALHO, M. R. B. Aspectos sensoriais, nutricionais e tecnológicos de biscoito doce contendo farinha de “okara”. **Alimentos e Nutrição**. Araraquara, v.17, n.2, p.151-157, abr./jun. 2006.

LAWRIE, R.A. Ciência da carne. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. p.318.

MANDARINO, J. M. G., BENASSI, V. T., CARRÃO-PANIZZI, M. C. **Manual de receitas com soja**. (1.ed.). Londrina: Embrapa Soja. 2003.

SCHEFFÉ, H. The Simplex-Centroid Design for Experiments with Mixtures. **Journal of the Royal Statistical Society**, vol. 25, n. 2, 235-263. 1963.

TURHAN, S., TEMIZ, H., SAGIR, I. Utilization of wet okara in low-fat beef patties. **Journal of Muscle Foods**, vol. 18, n. 2, 226-235. 2007.

VILLANUEVA, N. D. M., PETENATE, A. J., DA SILVA, M. A. A. P. Performance of the hybrid scale as compared to the traditional hedonic, self-adjusting and ranking scales. **Food Quality and Preference**, vol. 16, n. 8, p. 691-703. 2005.

YAMAGUCHI, M. M., YOSHIDA, B., RIBEIRO, S., TANAKA, C. FALCÃO, H. G. Avaliação física e sensorial de hambúrguer bovino contendo okara na formulação. In: **XI Encontro Regional Sul de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Curitiba. Brasil. 2011.

## DEVELOPMENT AND SENSORY CHARACTERIZATION OF BEEF BURGERS ADDED OF OKARA FLOUR

**ABSTRACT** - Large amounts of okara are currently generated by the production of Aqueous Soy Extract and tofu. Although this by-product has great potential for application in several products, its use is still limited. Therefore, the objective of this research was to optimize the formulation of beef hamburgers with textured soy protein, okara and bacon using the mixtures design simplex centroid. Seven formulations were developed using different proportions (0%, 4% and 8%) of these ingredients. After mixing, molding and baking, they were submitted to the acceptance and purchase intention test in which the following sensory attributes were adopted: appearance, color, flavor, texture (hybrid hedonic scale) and global acceptance (5-point hedonic scale). The analyzes performed of the mathematical models, response surfaces and desirability that the high superiority for the hamburgers was the one formulated with the okara flour addition up to 8% (p / p).

**KEYWORDS:** Acceptance; By-product; Simplex centroid design; Meat product; Optimization.

# AVALIAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE BISCOITOS TIPO *COOKIE* COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE FARINHA DE TRIGO POR FARINHA DE GÉRMEN DE MILHO: PARTE I

**Janaina Sena de Alcântara**

[lattes.cnpq.br/7469723699163174](https://lattes.cnpq.br/7469723699163174)

Instituto Federal de Goiás, Inhumas,  
Goiás

**Weslany Oliveira**

[lattes.cnpq.br/3618559158798481](https://lattes.cnpq.br/3618559158798481)

Instituto Federal de Goiás, Inhumas,  
Goiás

**Talita Pereira Baêta Santos**

[lattes.cnpq.br/8035246601954508](https://lattes.cnpq.br/8035246601954508)

Instituto Federal de Goiás, Inhumas,  
Goiás

**Heloisa Gabriel Falcão**

[lattes.cnpq.br/6855876451706440](https://lattes.cnpq.br/6855876451706440)

Instituto Federal de Goiás, Inhumas,  
Goiás

**RESUMO** - O milho é um cereal muito consumido no mundo por sua alta qualidade nutritiva, o que o classifica como um produto de grande importância tanto na alimentação humana quanto na alimentação animal, assim como no cenário econômico brasileiro. A farinha do gérmen de milho é um subproduto obtido através do processo de

degerminação do milho seguida da moagem do gérmen e é considerado uma das partes mais ricas em nutrientes do milho. A utilização desse subproduto na alimentação humana pode agregar valor não só econômico, como também nutritivo a alimentos derivados de milho. Biscoitos do tipo *cookie* possuem uma boa aceitação no mercado brasileiro e são consumidos por diferentes faixas etárias, incluindo as crianças. Diante disso, este tipo de biscoito tem sido formulado e testado com diversas substituições de ingredientes, buscando reforçá-lo com fibras e proteínas ou tornando-o fonte desses nutrientes. Além de serem considerados como um produto de fácil incorporação de novos ingredientes, a substituição parcial da farinha de trigo por farinha de gérmen de milho possibilita a criação de novas opções para o mercado. Portanto, diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver e caracterizar biscoitos tipo *cookie* com substituição parcial de farinha de trigo (FT) por farinha de gérmen de milho (FGM) e avaliar suas características físicas, químicas e funcionais tecnológicas. Foram elaboradas três formulações de biscoitos, com diferentes níveis de



substituição de farinha de trigo por farinha de gérmen de milho sendo elas: Biscoito controle 0% de FGM, Formulação A: 25% de FGM e Formulação B: 50% de FGM. Foram avaliadas a composição química e propriedades funcionais tecnológicas (Volume de Intumescimento - VI, Índice de Absorção de Água e de Óleo - IAA e IAO, respectivamente) da FGM e dos *cookies*, assim como as características físicas de rendimento e de capacidade de expansão dos biscoitos. A FGM obtida apresentou boas características funcionais tecnológicas, assim como adequada composição química com uma média de 65,8% de carboidratos, 11,8% ( $\pm 2,44$ ) de lipídeos, 9,5% ( $\pm 0,13$ ) de proteínas, 9,3% ( $\pm 0,06$ ) de umidade e 3,6% ( $\pm 0,58$ ) de cinzas. Em relação à composição química dos biscoitos, apenas o teor de lipídeos diferiu significativamente ( $p \leq 0,05$ ) entre todas as formulações. Houve uma relação direta entre o grau de substituição da FGM e o aumento do teor de lipídeos, o que é desejável pois pode contribuir para a melhoria da qualidade sensorial destes produtos. Quanto às propriedades funcionais tecnológicas VI e IAA, a formulação B apresentou os maiores valores. Já para o IAO não houve diferença significativa entre as amostras. Em relação às propriedades físicas dos biscoitos, a formulação B formou biscoitos com maior expansão, enquanto no rendimento, não foi observada diferença significativa entre as amostras ( $p > 0,05$ ). Portanto, foi possível a obtenção de biscoitos tipo *cookie* com a substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de gérmen de milho na proporção de até 50% de substituição, sem que houvesse alterações substanciais na qualidade sensorial, composição e rendimento do produto. O estudo é apresentado pela divisão em dois capítulos. No primeiro são apresentados os aspectos introdutórios, os materiais aplicados e a metodologia adotada. No segundo capítulo são apresentados os resultados obtidos e as respectivas discussões e conclusões.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biscoitos; Composição química; Propriedades funcionais tecnológicas; Propriedades físicas; Subprodutos.

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é o cereal mais produzido no mundo, tendo como maiores produtores os Estados Unidos, China e Brasil (FIESP, 2020), dominando nos países tropicais 50% da área cultivada com grãos. Desempenha um papel importante na economia em decorrência do seu alto potencial produtivo, composição química e valor nutricional, assim como as distintas formas de utilização tanto na alimentação humana, animal, *in natura* e como fonte de matéria-prima para a indústria (MEIRA *et al.*, 2009; CARVALHO *et al.*, 2011; SOUZA *et al.*, 2012a). No Brasil, o cultivar do milho possui um significativo papel na economia, cultura e segmento social de diversas regiões do país, assim sendo uma das principais vertentes para o agricultor em razão da sua geração de emprego e renda (FIDELIS *et al.*, 2007; SOUZA *et al.*, 2012a; SILVA *et al.*, 2014).

Na atualidade, o Brasil ocupa a terceira posição no ranking mundial

na produção de milho (FIESP, 2020) e na safra de 2020/21 a produção foi de mais de 100 milhões de toneladas. Dentre os estados brasileiros, os que possuem um maior destaque em relação à produção de milho é o Mato Grosso, dominando o primeiro lugar, seguido por Paraná, Rio Grande do Sul e, em quarto, Goiás (CONAB, 2019).

Em relação aos grãos, o milho pode ser encontrado na cor amarela, a qual é a mais comum no território brasileiro, na branca ou variando do preto ao vermelho. Em questão de peso, cada grão varia de 250 mg a 300 mg, possuindo em sua composição em relação à base seca aproximadamente 72% de amido, 9% de fibras, 9,5% de proteínas, 1-4% de minerais e 4% de lipídeos. Sua estrutura básica se divide em quatro partes, sendo elas o endosperma, gérmen, pericarpo e ponta (PAES, 2006). O gérmen de milho consiste na parte vegetativa do grão, sendo ele a fonte de óleo do milho, e, portanto, um elemento significativo para aplicações industriais, alimentos e produtos farmacêuticos. Porém, quase toda a produção de gérmen é direcionada a ração animal (ABIMILHO, 2019a).

O gérmen representa 11% do grão de milho e apresenta em sua composição quase a totalidade dos lipídeos (óleo e vitamina E) (83%) e dos minerais (78%) presentes no grão, além de possuir uma elevada quantidade de proteínas (26%) e carboidratos (70%) (PAES, 2006). Desta forma, tendo em vista a sua qualidade nutricional e baixo custo, a inserção deste subproduto na alimentação humana torna-se uma alternativa atraente no desenvolvimento de novos produtos ou na reformulação de produtos já existentes.

Os biscoitos, apesar de não ser um alimento básico como o pão, são aprovados e consumidos por diferentes faixas etárias, principalmente por crianças. Diversas formulações têm sido estudadas devido à grande busca pela melhoria em sua qualidade, reforçando-os com fibras e proteínas ou tornando-os fontes desses nutrientes (FASOLIN *et al.*, 2007).

Diante da carência de trabalhos sobre a inclusão da farinha de gérmen de milho em alimentos direcionados para o consumo humano, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um biscoito tipo *cookie* com substituição parcial da farinha de trigo por farinha de gérmen de milho e avaliar as suas características físicas, químicas e funcionais tecnológicas.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Obtenção da farinha de gérmen de milho

O gérmen de milho utilizado na produção dos biscoitos, assim como o aromatizante (chocolate e leite condensado), foram doados pela Mix Indústria e Comércio de Cereais Ltda., localizada na GO – 070, Goianira – GO. O gérmen foi obtido através do processo de degerminação via seca, que é realizado na própria indústria através da degerminadora modelo ZACCARIA MPZ/AE (Figura 3). Após saída da degerminadora, o gérmen já apresentou

uma granulometria fina, característica de farinhas. Desta forma, para a padronização da granulometria, após sua obtenção, a farinha de gérmen de milho, foi peneirada em peneiras com malha de 35 mesh (0,425 mm) e obtidas a farinha com granulometria padronizada (Figura 1).

**Figura 1:** Farinha de gérmen de milho com granulometria de 35 mesh



A farinha de gérmen de milho obtida foi envasada em sacos de polietileno de baixa densidade em porções de aproximadamente 1 kg. Posteriormente, as embalagens foram seladas em seladora termostato (Seladora Convencional branca Sulpack), identificadas e armazenadas a -18 °C até a realização das análises ou produção dos biscoitos.

Os demais ingredientes como a farinha de trigo Tipo 1, a margarina com sal, os ovos, os açúcares cristal e mascavo, a fécula de mandioca, o fermento químico e o sal, foram obtidos em comércio local da cidade de Inhumas – GO.

## 2.2 Elaboração dos biscoitos tipo *cookie*

Foram elaboradas três formulações de biscoitos (tabela 1) baseadas na formulação descrita por Soares Júnior *et al.* (2007), no qual uma formulação foi utilizada como controle denominada Biscoito Controle, BC - 0% de adição de farinha de gérmen de milho e as outras duas formulações com substituições parciais de farinha de trigo por farinha de gérmen de milho na proporção de 25% e 50%, denominadas de Formulação A e Formulação B, respectivamente. Foram realizadas 2 bateladas de cada formulação.

Para a elaboração dos biscoitos pesou-se os ingredientes seguindo a formulação estabelecida para cada biscoito (BC, Formulação A e Formulação

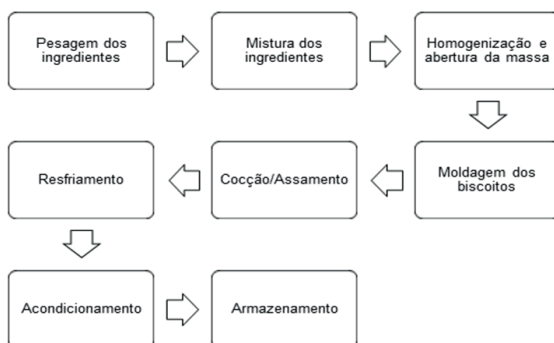
B), realizou-se a mistura dos ingredientes seguida de sua homogeneização. Manualmente abriu-se a massa em uma mesa de inox com o auxílio de um rolo de abrir massas com padronização da espessura em mm.

**Tabela 1:** Formulações dos biscoitos tipo *cookie* controle e com substituição parcial de farinha de trigo por farinha de gérmen de milho

Ingredientes	BC <sup>a</sup>	Formulação A <sup>b</sup>	Formulação B <sup>c</sup>
Farinha de trigo	28,2%	21,1%	14,1%
Margarina	20,0%	20,0%	20,0%
Açúcar Cristal	18,3%	18,3%	18,3%
Fécula de mandioca	14,1%	14,1%	14,1 %
Ovo	9,3%	9,3%	9,3%
Açúcar Mascavo	8,3%	8,3%	8,3%
Fermento em pó	1,0%	1,0%	1,0%
Aromat. de Chocolate e leite condensado	0,3%	0,3%	0,3%
Sal	0,3%	0,3%	0,3%
Farinha de Gérmen de milho	0,0%	7,0%	14,1%
<b>TOTAL (%)</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

<sup>a</sup> Biscoito Controle = *Cookie* sem substituição de farinha de trigo por farinha de gérmen de milho; <sup>b</sup> Biscoito *Cookie* com substituição de 25% da farinha de trigo por farinha de gérmen de milho; <sup>c</sup> Biscoito *Cookie* com substituição de 50% da farinha de trigo por farinha de gérmen de milho

A moldagem dos biscoitos foi feita com formas circulares de inox com diâmetro de 3,7 cm para *cookie*, com o intuito de padronizar os biscoitos. A cocção foi realizada em forno elétrico pré-aquecido por 10 minutos, durante 6 minutos em uma temperatura de 180 °C. Logo após a retirada dos biscoitos do forno, foi realizado o resfriamento a temperatura ambiente, onde os biscoitos ficaram expostos na bancada por aproximadamente 30 minutos. O acondicionamento dos biscoitos foi feito em sacos de polietileno de baixa densidade e posteriormente selados, identificados e armazenados à temperatura de -18 °C até a realização das análises. A Figura 2 apresenta o fluxograma de elaboração dos biscoitos.

**Figura 2:** Fluxograma de produção dos biscoitos

### 2.3 Composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas da farinha de gérmen de milho e dos biscoitos e propriedades físicas dos biscoitos

As análises das propriedades físicas, composição centesimal e funcionais tecnológicas da FGM e dos biscoitos (BC, Formulação A e Formulação B) foram realizadas, em triplicata, nos Laboratórios de Panificação e de Bromatologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Campus Inhumas. O teor de proteínas foi realizado no Laboratório de Análise de Alimentos – Prestação de serviços, da Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, PR.

#### 2.3.1 Composição centesimal

As análises de composição centesimal da FGM e dos biscoitos foram realizadas de acordo com os métodos descritos em AOAC (2006). O teor de umidade foi determinado segundo metodologia padrão de secagem em estufa com temperatura de 105 °C até peso constante; as cinzas foram determinadas por meio de incineração em mufla a 550 °C por 5 horas até eliminação completa do carvão; os lipídios foram quantificados através do método de Soxhlet, utilizando o hexano como solvente extrator; já para determinação de proteínas, o conteúdo total de nitrogênio foi determinado pelo método de microkjeldahl, com sulfato de cobre e sulfato de potássio como catalisadores utilizando fator de correção de 6,25 para obtenção do teor de proteínas. O teor de carboidratos totais foi obtido por diferença dos percentuais encontrados de acordo com TACO (2011).

#### 2.3.2 Propriedades funcionais tecnológicas

Realizar as análises das propriedades funcionais tecnológicas tanto da farinha quanto dos biscoitos tipo cookie é de grande importância, principalmente quando são utilizadas farinhas substitutas da farinha de trigo,

pelo fato de afetarem tanto as características nutritivas como as sensoriais dos produtos, além de possuírem um importante papel físico na preparação, assim como no processamento e na estocagem de alimentos (SEIBEL; BELEIA, 2009).

Para a determinação das propriedades funcionais tecnológicas, os biscoitos foram triturados em liquidificador Black Decker.

### **Volume de Intumescimento (VI)**

O volume de intumescimento foi determinado em 5 gramas de amostra com 30 mL de água destilada em proveta de 100 mL. A suspensão foi agitada por 2 horas em agitador magnético e posteriormente deixada em repouso até completa decantação. O resultado foi expresso em mL/g (SEIBEL; BELEIA, 2009).

### **Índice de Absorção de Água (IAA)**

Para determinação do índice de absorção de água, foram pesados dois gramas de amostra e em seguida misturados com 20 mL de água destilada à temperatura ambiente em tubos de centrifuga. Esta mistura foi mantida sob agitação contínua durante 30 minutos em um agitador a 75 rpm em temperatura ambiente. Posteriormente foi centrifugada a 1000 g por 10 minutos, o sobrenadante foi descartado e o sedimento úmido pesado. O IAA foi expresso através da razão entre o peso do sedimento úmido e o peso da matéria seca (g água absorvida/g de amostra) (SEIBEL; BELEIA, 2009).

### **Índice Absorção de Óleo (IAO)**

Para a determinação do índice de absorção de óleo o mesmo procedimento da análise de índice de absorção de água foi realizado, porém substituindo água por óleo de soja, e após a realização do procedimento, todo o óleo que ficou na superfície foi descartado e o sedimento úmido pesado, assim como no IAA. O IAO foi expresso através da razão entre o peso do sedimento úmido e o peso da matéria seca (g óleo absorvido/g de amostra) (SEIBEL; BELEIA, 2009).

### **Propriedades físicas dos biscoitos**

Na caracterização física dos biscoitos foi avaliada a capacidade de expansão, pela determinação do diâmetro (mm) e da espessura (mm) de 10 amostras de cada tratamento e de cada batelada, com o auxílio de um paquímetro. Os resultados foram expressos com a relação entre o diâmetro e a espessura dos biscoitos (YOSHIDA *et al.*, 2014).

O percentual de rendimento R(%) foi determinado pelo cálculo da diferença entre as amostras antes (PC) e após cocção (PA). Os pesos também foram determinados em 10 amostras de cada tratamento e cada batelada, sendo os valores aplicados na equação a seguir (FALCAO; SEIBEL;

YAMAGUCHI, 2015):

$$R(\%) = \frac{(PC)}{(PA)} \times 100 \quad (1)$$

## 2.4 Análise estatística

Todas as análises foram realizadas em triplicata (com exceção das propriedades físicas que foram analisados 10 biscoitos de cada batelada) e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida do teste de *Tukey* para comparação das médias em nível de 5% de significância utilizando o programa STATISTICA 10.0.

## REFERÊNCIAS

ABIMILHO. Associação Brasileira das Indústrias de Milho. **O Cereal que enriquece a alimentação humana**. Disponível: <http://www.abimilho.com.br/estatistica>. Acesso em: 29 de setembro de 2019a.

ALMEIDA, M. L.; SANTOS, A. A. O.; SILVA, I. C. V.; LEITE, M. L. C.; SANTOS, J. P. A.; MARCELLINI, P. S. Desenvolvimento de bolos de chocolate a partir da incorporação de produtos da mandioca na farinha de trigo. **Scientia Plena**, v. 7, n. 12, p. 1-6, 2011.

AOAC. Official Methods of Analysis. 18th Edition, **Association of Official Analytical Chemists**, Gaithersburgs, MD. 2006.

BERNARDINO DE LIMA, M.; RABELLO, C. B. V.; SILVA, E. P.; LIMA, T. S.; ALBINO, L. F. T.; ALBUQUERQUE, C. S.; ARRUDA, E. M. F.; LIMA, R. A. Caracterização Físico-Química e Granulométrica Do Gérmem Integral De Milho. In: X JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX 2009 – **Resumos**, UFRPE: Recife, 19 a 23 de outubro.

BORGES, J. T. S.; PIROZI, M. R.; COSTA, N. M. B.; VIDIGAL, J. G., QUALIDADE PROTÉICA DE PÃO DE SAL CONTENDO FARINHA DE LINHAÇA (LINUM USITATISSIMUM L.). **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v.21, n.1, p. 109-117, jan./mar. 2010.

BORGES, J. T. S.; PIROZI, M. R.; PAULA, C. D.; RAMOS, D. L.; CHAVES, J. B. P. Caracterização físico-química e sensorial de pão de sal enriquecido com farinha integral de linhaça. **Boletim CEPPA**, v. 29, n. 1, p. 83-96, 2011.

BORGES, J. T. S.; PIROZI, M. R.; VIDIGAL, J. G.; PAULA, C. D.; SILVA, N. A. S., UTILIZAÇÃO DE FARINHA MISTA DE TRIGO E QUINOA NA ELABORAÇÃO DE BOLOS. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, PR, v. 07, n. 02: p. 1034-1048, 2013.

CARVALHO, E.V.; AFFÉRRRI, F.S.; PELUZIO, J. M.; LEÃO, F. F.; CANCELLIER, L. L.; DOTTO, M. A. Eficiência e uso do nitrogênio em híbridos experimentais de milho



do programa de melhoramento da Universidade Federal do Tocantins. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 392-403, 2011.

CHEVALLIER, S. *et al.* Contribution of major ingredients during baking of biscuit dough systems. **Journal of Cereal Science**, v. 31, n. 3, p. 241–252, 2000.

CHOWDHURY, K. *et al.* Quality and Shelf-Life Evaluation of Packaged Biscuits Marketed in Bangladesh. **Bangladesh journal of scientific and industrial research**, v. 47, n. 1, p. 29–42, 2012.

COLLI, C.; SARDINHA, F.; FILISETTI, T. M. C. C. Alimentos funcionais. In: CUPPARI, L. **Guia de nutrição: nutrição clínica no adulto**. 2. ed. Barueri: Manole, 2005. p. 71-87.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Brasil deve registrar a segunda maior colheita de milho na safra 2018/2019**. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/2885-brasil-deve-colher-a-segunda-maior-safra-de-milho-na-historia> >. Acesso em: 24 de outubro de 2019.

CONTINI, E.; MOTA, M.M.; MARRA, R.; BORGHI, E.; MIRANDA, R.A.; SILVA, A.F.; SILVA, D.D.; MACHADO, J.R.A.; COTA, L.V.; COSTA, R.V.; MENDES, S.M. **Milho - Caracterização e Desafios Tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 45 p.

CRA – CORN REFINERS ASSOCIATION. **Corn wet milled feeds products**. ed. 4. Washington, D. C., 2006. 31 p.

CROCE, J. R. D. **Propriedades do milho: o que esse grão pode fazer pela sua saúde?**, FORTÍSSIMA, 2014. Disponível em: <<https://fortissima.com.br/2014/07/08/propriedades-do-milho-o-esse-grao-pode-fazer-pela-sua-saude-14636366/>>. Acesso em 01 de outubro de 2019.

FALCÃO, H. G.; SEIBEL, F. N.; YAMAGUCHI, M. M. Optimization of beef patties formulation with textured soy protein, okara and bacon using a simplex–centroid mixture design. **International Journal of Latest Research in Science and Technology**. V. 4, p. 104-109, Dec. 2015.

FASOLIN, L. H.; ALMEIDA, G. C.; CASTANHO, P. S.; NETTO-OLIVEIRA, E. R. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações químicas, física e sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 27, n. 3, p. 524-529. jul.- set. 2007.

FEDDERN, V.; DURANTE, V. V. O.; MIRANDA, M. Z.; MELLADO, M. L. M. S. Avaliação física e sensorial de biscoitos tipo cookie adicionados de farelo de trigo e arroz. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 4, p. 267-274, out./dez. 2011.

FIDELIS, R. R.; MIRANDA, G. V.; SANTOS, I. C.; GALVÃO, J. C. C.; PELUZIO, J. M.; LIMA, S. O. Fontes de germoplasma de milho para estresse de baixo nitrogênio. Pesquisa **Agropecuária Tropical**, Goiás, v. 37, n. 3, p. 147-153, 2007.



FIESP, **Safra Mundial de Milho**, FIESP. 2020. Disponível em: <<https://www.fiesp.com.br/mobile/indicespesquisaspublicacoes/saframundialdemilho2>>. Acesso em: 28 de Janeiro de 2021.

Galindo, C. O. (2014). *Análise sensorial de produtos elaborados a base de partes não convencionais de frutas* (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.

GANORKAR, P. M.; JAIN, R. K. Effect of flaxseed incorporation on physical, sensorial, textural and chemical attributes of cookies. **International Food Research Journal**, Selangor, v. 21, n. 4, p. 1515-1521, 2014.

GERMANI, R. **Moagem**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2019. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fdyq37d402wx5a900e1ge5pdism0z.html>>. Acesso em: 29 de outubro de 2019.

GISSLEN, W. **Panificação & Confeitaria Profissionais**. Le CordonBleu. Academia de Artes Culinárias de Paris. 5 ed. Barueri: Manole, 2014.

GRASTEN, S. M. *et al.* Fibers with different solubility characteristics alter similarly the metabolic activity of intestinal microbiota in rats fed cereal brans and inulin. **Nutrition Research**, New York, v. 22, n. 12, p. 1435-1444, 2002.

GUILHERME, F. F. P.; JOKL, L. Emprego de fubá de melhor qualidade proteica em farinhas mistas para produção de biscoito. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 63-71, mar. 2005.

GUTKOSKI, L. C.; ANTUNES, E.; ROMAN, I. T. Avaliação do grau de extração de farinhas de trigo e de milho em moinho tipo colonial. **Boletim do Centro Pesquisa Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 17, n. 2, p. 153 – 166, 1999.

HOSENEY, R. C. Starch. In: - Principles of cereal: Science and technology. 2nd ed. St. Paul: American **Association of Cereal Chemists**, v. 2, n. 5, p. 29-64. 1994.

INGLETT, G. E.; BLESSIN, C. W. Food applications of corn germ protein products. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 56, n. 3, p. 479–481, 1979.

JOHNSON L. Corn: The major cereal of the Americas. In: Handbook of cereal science and technology. 2 nd Ed. Kulp K and Ponte JG Jr (Ed). **New York: Marcel Dekker, Inc.**, v. 2, n. 6, p. 31-80, 2000.

LIMA, F. **A história do biscoito – Caminho do Vinho** |Site Oficial do Caminho do Vinho de São José dos Pinhais. 2016. Disponível em: <<http://www.caminhodovinho.tur.br/a-historia-do-biscoito/>>. Acesso em: 03 de outubro de 2019.

MATZ, S. A. Wet and dry milling of corn. In: **The chemistry and technology of cereals as food and feed**. 2 ed. New York: Van Nostrand Reinhold, cap. 15, p. 751, 1991.

MEIRA, F. A.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M. E.; ANDRADE, J. A. C. Fontes e épocas de aplicação do nitrogênio na cultura do milho irrigado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 275-284, 2009.

MENEZES, J. D. S. (2013). *Produção de goma xantana a partir da bioconversão de resíduos de malte de cervejaria por Xanthomonas campestris pv. campestris IBSBF 1866* (Tese de doutorado). Universidade Federal de Sergipe, Aracaju.

MILLER, W. F.; SHIRLEY, J. E.; TITGEMEYER, E. C.; BROUK, M. J. Comparison of full-fat corn germ, whole cottonseed, and tallow as fat sources for lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Wisconsin, v. 92, n. 7, p. 3386 – 339, 2009.

MONTENEGRO, F. M. *Avaliação do desempenho tecnológico de misturas de farinhas de triticale e trigo em produtos de panificação*. 2011. 111f. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

MORAES, K. S.; ZAVAREZA, E. R.; MIRANDA, M. Z.; SALAS-MELLADO, M. L. M. Avaliação tecnológica de biscoitos tipo *cookie* com variações nos teores de lipídio e de açúcar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, supl. 1, maio, 2010.

MOREAU, R. A.; JOHNSTON, D. B.; HICKS, K. B. The influence of moisture content and cooking on the screw pressing and prepressing of corn oil from corn germ. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 82, n. 11, p. 851 – 854, 2005.

MORETTO, E.; FETT, R. **Processamento e análise de biscoitos**. São Paulo: Varela, p. 97, 1999.

MOURA, F. A.; SPIER, F.; ZAVAREZE, E. R.; DIAS, A. R. G.; ELIAS, M. C. Biscoitos tipo “cookie” elaborados com diferentes frações de semente de abóbora (*Curcubita maxima*), **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 4, p. 579-585, 2010.

OLIVEIRA, D. H.; *Ocorrência de fumonisinas em milho e derivados, destinados à alimentação humana*. 2016. 48 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2016.

NAVES, M. M. V. *et al.* Corn germ with pericarp in relation to whole corn: nutrient contents, food and protein efficiency, and protein digestibility-corrected amino acid score. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 1, p. 264-269, 2011.

PAES, M. C. D.; Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho. **Circular Técnica**, 75, Sete Lagoas, MG, Dezembro, 2006.

PARRIS, N.; MOREAU, R.A.; JOHNSTON, D.B.; SINGH, V; DICKEY, L.C. Protein distribution in commercial wet- and dry-milled corn germ. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Issue, v. 54, p 4868-4872, 28 June 2006.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M.S. Melhoramento do Milho. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 2005. p. 491 – 552.

PRADO, E. V.; PRADO, F. M.T. Viabilidade econômica da secagem do farelo de milho degerminado usando glp. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v.21, n.1, p.38-45, jul, 2012.

PYLER, E. J.; GORTON, L. A. **Baking: science technology, formulation Production**. 4 ed. Kansas: Sosland Publishing Company, v. 2, 772 p. 2009.

RAE, R. P. O Triticulor e o Mercado: cartilha de 2011. **São Paulo: Associação Brasileira da Indústria do Trigo**. 44 p. 2011.

RAUSCH, K. D.; BELYEA, R. L. The future of coproducts from corn processing. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 128, n. 1, p. 47 – 86, 2006.

ROBERTSON, J. A.; MONREDON, F. D.; DYSELER, P.; GUILLON, F.; AMADO, R.; THIBAUT, J.F. Hydration properties of dietary fibre and resistant starch: a European collaborative study. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie**, v.33, p.72-79, 2000.

SANTIN, J. A. *Fungos de pós colheita e a qualidade de grãos de milho*. 2001. 200 f. Dissertação (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 2001.

SANTOS, D. A. M. *Formulação de biscoito tipo cookie a partir da substituição percentual de farinha de trigo por farinha de casca de abóbora (curcubitamaxima) e albedo de maracujá amarelo (passiflora edulisflavicarpa)*. 2013. 78 f. Dissertação (mestrado).Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

SANTOS, D. S. D.; STORCK, C. R.; FOGAÇA, A. O. Biscoito com adição de farinha de casca de limão. **Disciplinarum Scientia**, v. 15, n. 1, p. 123-135, 2014.

SEBESS, M. **Técnicas de confeitaria profissional**. 2° ed. Rio de Janeiro: Senac editoras, 2009.

SEIBEL, N. F.; BELÉIA, A. D. P.; Características químicas e funcionalidade tecnológica de ingredientes de soja [Glycine Max (L.) Merrill]: carboidratos e proteínas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 2, p.113-122, abr./jun. 2009.

SEIBT, E. J., *et al.* Critérios técnicos para ampliação de uma unidade de beneficiamento de sementes de milho. **Informativo ABRATES**, Pelotas, v.23, n.3,p.65-72, 2013.

SILVA, G. R.; OLIVEIRA, F. H. T.; PEREIRA, R. G.; SILVA, P. S. L.; DIÓGENES, T. B. A.; SILVA, A. R. C. Doses de nitrogênio e fósforo para produção econômica de milho na Chapada do Apodi, RN. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 12, p. 1247–1254, 2014.

SILVA, L. C. Secagem de Grãos. **Grãos Brasil: Da semente ao Consumo**, Maringá, Ano 3, n.14, p. 10.14, maio de 2004.

SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI, M.; TORRES, M. C. L.; VERA, R.; TEIXEIRA, J.

S.; ALVES, L. C. Qualidade de biscoitos formulados com diferentes teores de farinha de amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 37, n. 1, p. 51-56, 16 out. 2007.

SOUZA, H. A. de; CAVALCANTE, A. C. R.; POMPEU, R. C. F. F.; TONUCCI, R. G.; MODESTO; NATALE, W. **Avaliação da eficiência agrônômica de fontes e doses de nitrogênio na cultura do milho em região Semiárida**. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 30.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 14.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 12.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 9.; SIMPÓSIO SOBRE SELÊNIO NO BRASIL, 1., 2012, Maceió. A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola: anais. Viçosa, MG: SBCS, 2012a. 4 p. 1 CD-ROM.

SOUZA, J. M. L. de; LEITE, F. M. N.; MEDEIROS, M. J.; BRITO, P. A. C. **Farinha mista de banana verde e de castanha-do-brasil**. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa. 2012b.

STRAZZI, S. Derivados do milho são usados em mais de 150 diferentes produtos industriais. **VISÃO AGRÍCOLA**, nº13, jul. | dez 2015.

TACO. **Tabela Brasileira da Composição de Alimentos**. 4th ed. Campinas: Nepa Unicamp; p 13, 2011.

WILSON, M. W. Protein soft kernel. In: WATSON, S. A.; RAMSTED, P. E. (Eds.). Corn: chemistry and technology. **Saint Paul: American Association of Cereal Chemists**, p. 273-309, 1991.

YOSHIDA, B. Y.; PEREIRA, D. G.; CASTILHO, S. P. G.; SEIBEL, N. F. Produção e caracterização de cookies contendo farinha de okara. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, Jan-Mar; 25(1): 49-54, 2014.

ZACCARIA. **Máquinas para beneficiamento de Arroz, Milho e Outros Cereais**. Disponível em:< <https://www.zaccaria.com.br/site/por/home>>. Acesso em: 15 de novembro de 2019.

ZIMMERMANN, L.O.G; SEDOR, J.; NORETO, L.M.; SANTIAGO, W.E.; DERMÂNIO, T.L.F. Avaliação físico-química e reológica das principais farinhas de trigo comercializadas em padarias do município de Cascavel. In: I Seminário Internacional de Ciência, Tecnologia e Ambiente, 1, 2009, Cascavel – Paraná. **Anais do I Seminário Internacional de Ciência, Tecnologia e Ambiente**. Paraná, 2009.

## PREPARATION OF COOKIE-TYPE COOKIES WITH WHEAT FLOUR PARTIAL REPLACEMENT BY CORN GERM FLOUR

**ABSTRACT** - Corn is a cereal widely consumed in the world for its high nutritional quality, which classifies it as a product of great importance both in human and animal feed, as well as in the Brazilian economic scenario. Corn germ flour is a by-product obtained through the process of degemination of corn followed by grinding the germ and is considered one of the most nutrient-rich parts of corn. The use of this by-product

in human food can add not only economic value, but also nutritional value to foods derived from corn. Cookie-type cookies have a good acceptance in the Brazilian market and are consumed by different age groups, including children. Therefore, this type of biscuit has been formulated and tested with several substitutions of ingredients, seeking to reinforce it with fiber and proteins or making it a source of these nutrients. In addition to being considered as a product with easy incorporation of new ingredients, the partial replacement of wheat flour by corn germ flour enables the creation of new options for the market. Therefore, given the above, the objective of this work was to develop and characterize cookie-type cookies with FT partial replacement by corn germ flour (FGM) and to evaluate their physical, chemical and functional technological characteristics. Three cookies formulations were prepared, with different levels of FT replacement by FGM, namely: Control biscuit 0% FGM, Formulation A: 25% FGM and Formulation B: 50% FGM. The chemical composition and technological functional properties (Swelling Volume - VI, Water and Oil Absorption Index - IAA and IAO, respectively) of FGM and cookies were evaluated, as well as the physical characteristics of yield and expansion capacity of the cookies. The FGM obtained showed good functional technological characteristics, as well as adequate chemical composition with an average of 65.8% of carbohydrates, 11.8% ( $\pm 2.44$ ) of lipids, 9.5% ( $\pm 0.13$ ) of proteins, 9.3% ( $\pm 0.06$ ) of moisture and 3.6% ( $\pm 0.58$ ) of ash. Regarding the chemical composition of the cookies, only the lipid content differed significantly ( $p \leq 0.05$ ) among all formulations. There was a direct relationship between the degree of substitution of FGM and the increase in lipid content, which is desirable as it can contribute to improving the sensory quality these products. For the technological functional properties, VI and IAA, formulation B presented the highest values. As for the IAO, there was no significant difference between the samples. Regarding the physical properties of the cookies, formulation B formed samples with greater expansion, while in terms of yield, no significant difference was observed among the samples ( $p > 0.05$ ). Therefore, it was possible to obtain cookie-type cookies with FT partial replacement by FGM in the proportion of up to 50% of replacement, without substantial changes in the composition and yield of the product. her study is presented by dividing it into two chapters. The first presents the introductory aspects, the materials applied, and the methodology adopted. The second chapter presents the results obtained and the respective discussions and conclusions.

**KEYWORDS:** Cookie; Chemical composition; Technological functional properties; Physical properties.

# AVALIAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE BISCOITOS TIPO *COOKIE* COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE FARINHA DE TRIGO POR FARINHA DE GÉRMEN DE MILHO: PARTE II

**Janaina Sena de Alcântara**

[lattes.cnpq.br/7469723699163174](https://lattes.cnpq.br/7469723699163174)

Instituto Federal de Goiás, Inhumas,  
Goiás

**Weslany Oliveira**

[lattes.cnpq.br/3618559158798481](https://lattes.cnpq.br/3618559158798481)

Instituto Federal de Goiás, Inhumas,  
Goiás

**Talita Pereira Baêta Santos**

[lattes.cnpq.br/8035246601954508](https://lattes.cnpq.br/8035246601954508)

Instituto Federal de Goiás, Inhumas,  
Goiás

**Heloisa Gabriel Falcão**

[lattes.cnpq.br/6855876451706440](https://lattes.cnpq.br/6855876451706440)

Instituto Federal de Goiás, Inhumas,  
Goiás

**RESUMO** - O milho é um cereal muito consumido no mundo por sua alta qualidade nutritiva, o que o classifica como um produto de grande importância tanto na alimentação humana quanto na alimentação animal, assim como no cenário econômico brasileiro. A farinha do gérmen de milho é um subproduto obtido através do processo de

degerminação do milho seguida da moagem do gérmen e é considerado uma das partes mais ricas em nutrientes do milho. A utilização desse subproduto na alimentação humana pode agregar valor não só econômico, como também nutritivo a alimentos derivados de milho. Biscoitos do tipo *cookie* possuem uma boa aceitação no mercado brasileiro e são consumidos por diferentes faixas etárias, incluindo as crianças. Diante disso, este tipo de biscoito tem sido formulado e testado com diversas substituições de ingredientes, buscando reforçá-lo com fibras e proteínas ou tornando-o fonte desses nutrientes. Além de serem considerados como um produto de fácil incorporação de novos ingredientes, a substituição parcial da farinha de trigo por farinha de gérmen de milho possibilita a criação de novas opções para o mercado. Portanto, diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver e caracterizar biscoitos tipo *cookie* com substituição parcial de farinha de trigo (FT) por farinha de gérmen de milho (FGM) e avaliar suas características físicas, químicas e funcionais tecnológicas. Foram elaboradas três formulações de biscoitos, com diferentes níveis de

substituição de farinha de trigo por farinha de gérmen de milho sendo elas: Biscoito controle 0% de FGM, Formulação A: 25% de FGM e Formulação B: 50% de FGM. Foram avaliadas a composição química e propriedades funcionais tecnológicas (Volume de Intumescimento - VI, Índice de Absorção de Água e de Óleo - IAA e IAO, respectivamente) da FGM e dos *cookies*, assim como as características físicas de rendimento e de capacidade de expansão dos biscoitos. A FGM obtida apresentou boas características funcionais tecnológicas, assim como adequada composição química com uma média de 65,8% de carboidratos, 11,8% ( $\pm 2,44$ ) de lipídeos, 9,5% ( $\pm 0,13$ ) de proteínas, 9,3% ( $\pm 0,06$ ) de umidade e 3,6% ( $\pm 0,58$ ) de cinzas. Em relação à composição química dos biscoitos, apenas o teor de lipídeos diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) entre todas as formulações. Houve uma relação direta entre o grau de substituição da FGM e o aumento do teor de lipídeos, o que é desejável pois pode contribuir para a melhoria da qualidade sensorial destes produtos. Quanto às propriedades funcionais tecnológicas VI e IAA, a formulação B apresentou os maiores valores. Já para o IAO não houve diferença significativa entre as amostras. Em relação às propriedades físicas dos biscoitos, a formulação B formou biscoitos com maior expansão, enquanto no rendimento, não foi observada diferença significativa entre as amostras ( $p > 0,05$ ). Portanto, foi possível a obtenção de biscoitos tipo *cookie* com a substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de gérmen de milho na proporção de até 50% de substituição, sem que houvesse alterações substanciais na qualidade sensorial, composição e rendimento do produto. O estudo é apresentado pela divisão em dois capítulos. No primeiro são apresentados os aspectos introdutórios, os materiais aplicados e a metodologia adotada. No segundo capítulo são apresentados os resultados obtidos e as respectivas discussões e conclusões.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biscoitos; Composição química; Propriedades funcionais tecnológicas; Propriedades físicas; Subprodutos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Caracterização da Farinha de Gérmen de Milho

A farinha de gérmen de milho utilizada na formulação dos biscoitos apresentou em sua composição uma média de 65,8% de carboidratos, 11,8% ( $\pm 2,44$ ) de lipídeos, 9,5% ( $\pm 0,13$ ) de proteínas, 9,3% ( $\pm 0,06$ ) de umidade e 3,6% ( $\pm 0,58$ ) de cinzas. Já a farinha de trigo tipo 1, de acordo com Brasil (2005b), apresenta em média, 15% de umidade, 7,5% de proteínas e 0,8% de fibras. O teor de umidade é uma medida importante e bastante utilizada em análises de alimentos para determinar a composição, a qualidade e a estabilidade dos produtos. Através da determinação do teor de umidade pode-se entender e direcionar as condições de processamento, acondicionamento e estocagem de produtos (CECCHI, 2003). Da mesma forma, também é de



grande importância quantificar os demais componentes do alimento para que seja possível a elaboração de dietas balanceadas, avaliar também a vida útil e os parâmetros de qualidade do produto (ANDRADE, 2006).

Segundo o Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos – ICTA (2020), a umidade das farinhas utilizadas para a produção de biscoitos, deve estar abaixo de 14%, porque farinhas com teores superiores a esse, estão propensas a formar grumos em massas de biscoitos e pães, o que resulta na perda de qualidade do produto final. Além disso, o teor de água é um fator de grande relevância, visto que está relacionado com o desenvolvimento de microrganismos, como leveduras e fungos, o que afeta diretamente na estabilidade, qualidade e segurança dos produtos durante o armazenamento (VALENTINI *et al.*, 1998; AMOEDO & MURADIAN, 2002). Desta forma, as farinhas utilizadas neste trabalho, apresentaram teor de umidade adequado para a produção de biscoitos.

Dentre as propriedades de hidratação que são medidas, tem-se o Volume de Intumescimento (VI) e o índice de absorção de água (IAA). O volume de intumescimento é definido como a fixação espontânea de água pela matriz proteica e depende da densidade, porosidade e solubilidade do produto, e possui grande importância, principalmente quando se utilizam farinhas substitutas da farinha de trigo, pois as características nutritivas e sensoriais dos produtos são afetadas, e possuem um significativo papel no processamento e/ ou na estocagem dos alimentos (SEIBEL; BELEIA, 2009), por isso pode-se obter resultados diferentes ao avaliar produtos iguais.

Ao avaliar as propriedades funcionais tecnológicas da FGM determinou-se uma média de 15,33 ml/g em relação ao volume de intumescimento, 3,18 g/g ( $\pm 0,04$ ) de índice de absorção de água e 3,98 g/g ( $\pm 0,16$ ) de índice de absorção de óleo. Andrade (2014) ao realizar a caracterização da farinha de resíduos de frutas e hortaliças determinou uma média de 7,16 g/g para o índice de absorção de água, e 3,17g/g para o índice de absorção de óleo. Quando comparado a FGM o valor encontrado para farinha de resíduos de frutas e hortaliças se mostrou superior, porém o índice de absorção de óleo se mostrou inferior ao encontrado no presente estudo. Farinhas que apresentam alto índice de absorção de óleo são de grande importância para indústria alimentícia principalmente no setor de alimentação infantil, pelo fato de proporcionar ganho de nutrientes e maior densidade energética em alimentos (SINGH *et al.*, 2017).

## 3.2 Caracterização dos biscoitos contendo Farinha de Gérmen de Milho

### 3.2.1 Composição centesimal

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios para a composição centesimal dos *cookies*.



**Tabela 2:** Composição centesimal dos biscoitos tipo *cookie* controle (BC) e com substituição parcial de farinha de trigo por farinha de gérmen de milho (Formulações A e B)

Amostra	Umidade (%)	Cinzas (%)	Lípideos (%)	Proteínas (%)	Carboidratos (%)
BC	5,76 ± 1,59 <sup>a</sup>	1,00 ± 0,00 <sup>b</sup>	16,69 ± 0,39 <sup>c</sup>	6,47 ± 0,11 <sup>a</sup>	70,08
Formulação A*	7,42 ± 0,61 <sup>a</sup>	2,00 ± 0,00 <sup>a</sup>	17,54 ± 0,29 <sup>b</sup>	6,10 ± 0,20 <sup>a</sup>	66,94
Formulação B*	5,88 ± 1,41 <sup>a</sup>	2,00 ± 0,00 <sup>a</sup>	19,63 ± 0,58 <sup>a</sup>	6,17 ± 0,34 <sup>a</sup>	66,32

BC (Biscoito controle): *Cookie* sem farinha de gérmen de milho; BC: *Cookie* controle(sem substituição de farinha de trigo por farinha de gérmen de milho); Formulação A = *Cookie* com substituição de 25% da farinha de trigo por farinha de gérmen de milho; Formulação B = *Cookie* com substituição de 50% da farinha de trigo por farinha de gérmen de milho; Resultados expressos como média ± desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna, não apresentam diferença significativa pelo Teste de *Tukey* ( $p > 0,05$ )

Em relação ao teor de umidade dos biscoitos, não houve variação nas diferentes formulações ( $p > 0,05$ ), podendo ser explicada pelo fato de que os ingredientes utilizados para a produção dos biscoitos foram os mesmos, com exceção da FGM. Outro fator que contribuiu para este resultado foi a padronização do tempo e temperatura de cocção dos biscoitos. Os resultados encontrados estão dentro do padrão determinado pela Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005, que preconiza que biscoitos e bolachas devem ter a umidade no máximo de 14% (BRASIL, 2005a). Desta forma, a substituição da farinha de trigo pela FGM não afetou esta característica que é considerada de suma importância para a estabilidade e qualidade dos biscoitos.

Valores superiores em relação ao teor de umidade foram obtidos por Silva *et al.* (2019), no qual os biscoitos tipo *cookie* feitos a partir da farinha do caroço de abacate apresentaram umidade de 14,04% na formulação do biscoito com acréscimo de 10% da farinha do caroço de abacate e 13,87% com 20% de acréscimo. Os valores encontrados estão dentro dos padrões estabelecidos para umidade de biscoitos, porém a discrepância entre o presente trabalho e o trabalho citado acima se deve ao grau de substituição das farinhas utilizadas em ambos os trabalhos além das condições de processamento.

Em relação ao teor de cinzas, houve diferença significativa entre a formulação BC e as formulações A e B ( $p \leq 0,05$ ), que não diferiram entre si. O teor de cinzas encontrado ficou entre 1% e 2%. Sabendo-se que o teor de cinzas estabelecido por Brasil (2005a) é de 3% no máximo, o trabalho em estudo, está dentro dos limites estabelecidos pela legislação. Resultados similares foram encontrados também por Santos, Storck e Fogaça (2014), que relataram um teor de cinzas entre 1,29% a 1,53%, na elaboração de biscoitos tipo *cookies* com adição de farinha de casca de limão com 0,5% e

10% de substituição.

Mariani *et al.* (2015) relataram diferentes resultados em seu estudo. Foi observado que, na medida em que aumentava a quantidade de farelo de arroz, o teor de cinzas também aumentava, e os valores ficaram entre 1,56% e 4,23%. De acordo com Hoffpauer (2005) o conteúdo de cinzas dos alimentos representa seu resíduo inorgânico que se mantém após a queima da matéria orgânica, ou seja esse aumento no teor de cinzas é devido o farelo de arroz possuir quantidades significativas em minerais.

O teor de lipídeos diferiu significativamente ( $p \leq 0,05$ ) entre todos os biscoitos elaborados. Essa discrepância foi devido aos diferentes graus de substituição da farinha de trigo por FGM, pois, esta apresentou uma quantidade considerável de lipídeos (11,8%, item 5.1). A quantidade de lipídios aumentou gradativamente de acordo com o aumento da quantidade de FGM inserida na formulação, no qual a substituição de 50% de FGM apresentou o maior teor de lipídeos encontrado (Tabela 2). O lipídio é um componente básico para a elaboração de biscoitos, e se apresenta em quantidade relativamente alta. Algumas formulações apresentam um conteúdo entre 30 a 60% de lipídios, o que proporciona a obtenção de biscoitos mais macios e massas mais curtas (JACOB; LEELAVATHI, 2007). A gordura tem o papel de lubrificar a massa, e auxiliar na homogeneização, na cor e amaciamento da massa (BENASSI; WATANABE; LOBO, 2001). Desta forma, um aumento do teor de lipídeos nos biscoitos é desejável e pode contribuir para a melhoria da qualidade sensorial destes produtos.

Com relação ao teor de proteínas dos biscoitos tipo *cookie*, não houve diferença significativa entre as formulações ( $p > 0,05$ ). A farinha de trigo segundo a Instrução Normativa nº 8, de 3 de junho de 2005 do MAPA, denominada “Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo” (BRASIL, 2005b) estabelece um teor de proteína mínimo entre 7,5% e 8,0%. No presente trabalho a FGM apresentou uma média de 9,5% de proteína (item 5.1). Assim, a substituição da farinha de trigo pela FGM não interferiu significativamente na quantidade de proteína final dos biscoitos. Em um trabalho desenvolvido por Rosolen *et al.* (2018), no qual elaboraram biscoitos tipo *cookie* com substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de laranja, também não houve diferença significativa entre as formulações em relação ao teor de proteína ficando entre 6,62% e 7,89%.

Quanto ao teor de carboidratos, observou-se que o maior teor para BC e esse resultado se deve ao fato da farinha de trigo conter mais carboidratos (75,1%, TACO, 2011), que a FGM, que possui 65,8% (item 5.1).

### 3.2.2 Propriedades funcionais tecnológicas: Volume de Intumescimento, Índice de Absorção de Água e Índice de Absorção de Óleo

Na Tabela 3 estão apresentados os valores obtidos para o volume de intumescimento (VI), índice de absorção de água (IAA) e de óleo (IAO) dos

cookies.

**Tabela 3:** Propriedades tecnológicas dos biscoitos tipo *cookies* controle e com substituição parcial de farinha de trigo por farinha de gérmen de milho

Formulação	VI (mL/g)	IAA (g/g)	IAO (g/g)
<b>BC</b>	6,0 ± 0,89 <sup>b</sup>	2,14 ± 0,22 <sup>b</sup>	3,84 ± 0,28 <sup>a</sup>
<b>Formulação A</b>	6,5 ± 1,05 <sup>b</sup>	2,34 ± 0,24 <sup>b</sup>	3,56 ± 0,44 <sup>a</sup>
<b>Formulação B</b>	9,4 ± 1,94 <sup>a</sup>	2,47 ± 0,04 <sup>a</sup>	3,99 ± 0,33 <sup>a</sup>

Biscoito controle= *Cookie* sem farinha de gérmen de milho; BC: *Cookie* controle(sem substituição de farinha de trigo por farinha de gérmen de milho); Formulação A = *Cookie* com substituição de 25% da farinha de trigo por farinha de gérmen de milho; Formulação B = *Cookie* com substituição de 50% da farinha de trigo por farinha de gérmen de milho; VI = Volume de Intumescimento; IAA = índice de absorção de água; IAO = índice de absorção de óleo. Resultados expressos como média ± desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna, não apresentam diferença significativa pelo Teste de *Tukey* ( $p > 0,05$ )

O VI dos biscoitos variou entre 6,0 mL/g e 9,4 mL/g, sendo que o maior valor correspondeu à formulação com maior concentração de farinha de gérmen de milho adicionada (Formulação B). O mesmo comportamento foi observado para o IAA, que variou de 2,14 g/g a 2,47 g/g, que considerada outra importante propriedade de hidratação que foi avaliada.. O IAA é determinado após o completo intumescimento da amostra e determina a quantidade de água retida na matriz sem que haja exsudação após a ação de uma força centrífuga. O IAA está diretamente relacionado à disponibilidade de grupos hidrofílicos (-OH) em se ligar às moléculas de água e a capacidade de formação de gel das moléculas de amido (LUSTOSA *et al.*, 2008). Assim, o IAA indica a quantidade de água que os grânulos de amido são capazes de absorver (CATARINO; SEIBEL, 2017).

Na tabela 3, pode-se observar que a formulação B apresentou o maior IAA (2,47%) e diferiu-se significativamente das demais formulações, enquanto entre as formulações A e BC não houve diferença. Valores semelhantes foram encontrados por Catarino (2016), ao elaborar e caracterizar farinha de casca de maracujá para aplicação em biscoitos substituindo a farinha de trigo, obteve as seguintes médias (padrão = 2,54%, formulação A = 2,62% e formulação B = 2,51%) com aplicações de 15% e 20% de farinha de casca de maracujá. Yoshida *et al.* (2014) encontrou também resultados semelhantes ao elaborar biscoitos tipo cookie com adição de *okara* (2,22 a 2,61 g de água/g de matéria seca) em uma substituição da farinha de trigo por 25% e 50%.

Já Grigoletto *et al.* (2013) obteve valores superiores para biscoitos com fibra de aveia e laranja, no qual os valores obtidos foram de 8,18 g de água/g de matéria seca e 8,81g de água/ de matéria seca. De acordo com

Mareti *et al.* 2010, quando há substituição de farinha de trigo por farinhas fonte de fibras ou proteínas na elaboração de biscoitos tipo *cookies*, pode ser que tenha ocorrência de problemas tecnológicos, isso acontece devido ao aumento da absorção de água, fazendo com que durante sua produção, seja necessário um maior teor de água, e a massa não se torne seca e quebradiça, para que assim não haja alteração nas propriedades de mistura da massa, como sua extensibilidade, elasticidade e características sensoriais.

O índice de absorção de óleo (IAO) está diretamente ligado à combinação de gordura com os grupos não polares das proteínas ou à disponibilidade de grupos lipofílicos (MELO *et al.*, 2016). O índice de absorção de óleo pode ser definido como a capacidade do *cookie* absorver o óleo, o que contribui dessa forma na retenção do sabor e na melhora da palatabilidade (SEENA & SRIDHAR, 2005). Portanto, assim como as outras propriedades tecnológicas, o índice de absorção de óleo possui grande importância na aplicação em *cookies*, devido a sua influência sobre as características tecnológicas dos biscoitos.

Para o IAO, as formulações testadas não apresentaram diferença ( $p > 0,05$ ). No entanto, quando comparado a outros trabalhos, os valores encontrados neste trabalho se mostraram superiores. Poiani e Montanuci (2019) ao realizar caracterizações físicas e tecnológicas e perfil de textura de *cookies* de farinha de uva e linhaça encontraram valores mais baixos de IAO nas diferentes formulações ficando entre 2,22% e 2,42%, não havendo discrepância nos resultados obtidos, além de apresentar uma baixa capacidade de absorção de óleo. Segundo os autores, as principais fontes de gorduras utilizadas foram provenientes do ovo e do óleo de coco presentes na formulação, ingredientes responsáveis por conferir elasticidade à massa, mas que não interferiram na quantidade de absorção final devido a pequena quantidade de gordura presente nos demais ingredientes.

De acordo com Dench *et al.* (1981) a absorção de gordura pode variar em decorrência da quantidade de grupos hidrofóbicos expostos da proteína e na interação entre as cadeias hidrofóbicas da gordura.

### 3.2.3 Propriedades físicas: Rendimento e capacidade de expansão

O rendimento no processamento de alimentos é de suma importância. É necessário ter um planejamento do que se deseja realizar e alcançar ao final, para que diminua as possibilidades de desperdício ou perdas dos produtos, além de utensílios e equipamentos adequados ao processo (ORNELLAS, 2007).

A capacidade de expansão dos biscoitos vem sendo utilizado para testar sua qualidade. Os biscoitos que possuem um fator de expansão muito alto ou muito baixo provocam problemas na indústria, obtendo como resultado produtos com tamanho pequeno e/ou tamanho muito grande e peso muito elevado, tendo como consequência um produto não uniforme (FERREIRA *et*

*al.*, 2009).

Os resultados obtidos para as propriedades físicas dos biscoitos estão apresentados na Tabela 4. Para a propriedade física rendimento, não foi observada diferença significativa entre as amostras ( $p > 0,05$ ), enquanto para a capacidade de expansão, a substituição das farinhas alterou esta propriedade.

**Tabela 4:** Propriedades físicas dos biscoitos tipo *cookies* controle e com substituição parcial de farinha de trigo por farinha de gérmen de milho

Amostras	Rendimento (%)	Expansão (%)
<b>BC</b>	86,99 ± 7,01 <sup>a</sup>	3,77 ± 0,44 <sup>b</sup>
<b>Formulação A</b>	84,39 ± 8,62 <sup>a</sup>	3,46 ± 0,39 <sup>c</sup>
<b>Formulação B</b>	82,96 ± 8,43 <sup>a</sup>	4,48 ± 0,29 <sup>a</sup>

Biscoito controle= *Cookie* com formulação sem farinha de gérmen; Formulação A = *Cookie* com substituição de 25% da farinha de trigo por farinha de gérmen; Formulação B = *Cookie* com substituição de 50% da farinha de trigo por farinha de gérmen; Resultados expressos como média ± desvio padrão. Resultados expressos como média ± desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna, não apresentam diferença significativa pelo Teste de *Tukey* ( $p > 0,05$ )

Fasolin *et al.* (2007) elaboraram biscoitos tipo *cookie* com farinha de banana verde e constataram menor rendimento nas formulações dos biscoitos com maior quantidade de farinha de banana. Ainda segundo os autores, isso pode indicar uma menor capacidade de retenção de água pelos componentes da massa do biscoito após a adição da farinha de banana. Neste sentido, no presente estudo, embora a FGM tenha apresentado maior IAA, pode-se inferir que esta propriedade não interferiu no rendimento do biscoito.

Assim como no presente trabalho, Silva *et al.* (2001) também não observaram diferença no rendimento dos biscoitos tipo *cookie* com adição de farinha de jatobá do cerrado e jatobá da mata, onde realizaram substituições da farinha de trigo nas proporções de 10%, 15%, 20% e 25%. Souza *et al.* (2001) desenvolveram biscoito tipo *cookie* com adição de Castanha-do-Brasil e obtiveram um rendimento entre 94,0% e 95,74%, nos *cookies* formulados com castanha, estes valores são superiores aos encontrados neste trabalho. Apesar de obterem valores diferentes, não houve diferença significativa entre as amostras.

A maior capacidade de expansão, foi observada na amostra contendo o maior teor de substituição de farinha de trigo por FGM (Formulação B), seguida do Biscoito Controle e da Formulação A (Tabela 4). Para a elaboração de biscoitos tipo *cookie*, a gordura é considerada como sendo um dos ingredientes mais importantes, tendo como funções a lubrificação,

a mastigação, aeração e a expansão (MARIANI *et al.*, 2015). Sendo assim, devido a maior quantidade de lipídeos presente no gérmen de milho, a formulação B formou biscoitos mais macios e com maior expansão (Tabela 4).

Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Mariani *et al.* (2015), onde na capacidade de expansão, os biscoitos com maior expansão foi o FAFEFS (farinha de arroz + farelo de arroz + farinha de soja) com 5,09% e o FEFS (farelo de arroz + farinha de soja) com 4,77%. Enquanto os biscoitos FAFS (farinha de arroz + farinha de soja) 4,45% e FT (padrão) 4,39% apresentaram menor fator de expansão, porém não apresentaram diferença estatística entre si. Já no estudo conduzido por Medeiros (2009), os biscoitos elaborados apenas com farinha de trigo obtiveram maior fator de expansão (38,52%) quando comparados aos biscoitos elaborados com concentrações de 15% (36,48%) e 20% (36,37%) de polpa de pequi desidratada. Foi observado redução na expansão dos biscoitos à medida que as concentrações de polpa de pequi desidratada aumentaram. Conforme alguns autores, a expansão é afetada pela competição dos ingredientes por água disponível. Por este fato, farinhas ou outros ingredientes que absorvem água durante a mistura da massa, reduz o fator de expansão (VIEIRA *et al.*, 2008; GIAMI *et al.*, 2005). Isso explica a variância ao comparar o fator de expansão em trabalhos com substituições diferentes, onde esse fator vai depender dos ingredientes utilizados, se vão absorver ou não água durante a mistura.

Portanto, pode-se concluir que tanto a capacidade de retenção de água disponível na massa, quanto a grande quantidade de lipídios decorrente da FGM, contribuíram para que a formulação B apresentasse a maior capacidade de expansão.

#### 4. CONCLUSÃO

A farinha de gérmen de milho apresentou boas características nutricionais e funcionais tecnológicas, o que a torna uma boa opção para o aproveitamento em biscoitos tipo *cookie*.

Os biscoitos tipo *cookie* com substituição parcial de farinha de trigo por farinha de gérmen de milho apresentaram diferenças na composição centesimal apenas para o teor de lipídeos, no qual, uma relação direta entre o aumento do teor da farinha de gérmen de milho e o teor de lipídeos nos biscoitos foi observada. Todos os resultados encontrados apresentam-se dentro dos parâmetros determinados pela legislação nacional. As propriedades funcionais tecnológicas, como o volume de intumescimento e o índice de absorção de água, assim como a propriedade física capacidade de expansão, apresentaram valores superiores na amostra contendo 50% de substituição de farinha de trigo por farinha de gérmen de milho.

Desta forma, foi possível a obtenção de biscoitos tipo *cookie* com

a substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de gérmen de milho na proporção de até 50% de substituição, sem que houvesse alterações na qualidade tecnológica do produto. Considerando que, em termos da composição centesimal não houve diferença significativa, em relação ao custo se torna uma opção atrativa para utilização de subprodutos no mercado alimentício sem perdas de rendimento das características intrínsecas do produto.

## REFERÊNCIAS

ABIMILHO. Associação Brasileira das Indústrias de Milho. **Milho e suas riquezas – História**. Disponível em: < <https://www.fiesp.com.br/sindmilho/sobre-o-sindmilho/curiosidades/milho-e-suas-riquezas-historia/> >. Acesso em: 15 de novembro de 2019b.

AMOEDO, L.H.G.; MURADIAN, L.B.A. Comparação de metodologias para a determinação de umidade em geléia real. **Química Nova**, v.25, p.676-679, 2002f.

ANDRADE, C. B. E. **Análises de alimentos: uma visão química da nutrição**. São Paulo: Livraria Varela, 2006.

ANDRADE, R. M. S. **Desenvolvimento e caracterização de filmes biodegradáveis à base de resíduos de frutas e hortaliças**. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

BENASSI, V. T.; WATANABE, E.; LOBO, A. R. Produtos de panificação com conteúdo calórico reduzido. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 19, n. 2, p. 225-242, 2001.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária Resolução. RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o “Regulamento técnico produtos cereais, amidos, farinhas e farelos”. **Diário Oficial da União**, n. 184, 2005a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 8 de 2 de Junho de 2005. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo,. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2 de junho de 2005b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 60, de 22 de Dezembro de 2011. Regulamento Técnico do Milho. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 dez. 2011.

BRITO, A. B. *et al.* Avaliação nutricional do gérmen integral de milho para aves. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 6, n. 1, p. 19-26, 2005.

CASTRO, M.V.L.; MENDONÇA, A.L.; SANTOS, G.G.; FROES, L.O.; FREITAS, J.B.; NAVES, M.M.V. Fração gérmen com pericarpo de milho na alimentação humana: qualidade nutricional e aplicação tecnológica. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 213-219, abr./jun. 2011.



CATARINO, R. P. F. Elaboração e caracterização de farinha de casca de maracujá para aplicação em biscoitos. 2016. 49. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**, Londrina, 2016.

CATARINO, R. P. F.; SEIBEL, N. F.; Elaboração e caracterização de farinha de casca de maracujá para aplicação em biscoitos. **Tópicos em Ciências e Tecnologia de Alimentos: Resultados de Pesquisas Acadêmicas - Vol. 3**. p. 113 -140. São Paulo: Blucher, 2017.

CECCHI, H., M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. 2º ed. rev. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 208 p., 2003.

DENCH, J. E.; RIVAS, R. N.; CAYGILL, J. C. Selected functional properties of sesame (*Sesamun indicum* L.) flour and two protein isolates. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Washington, v. 32, n. 6, p. 557-564, 1981.

FASOLIN, L. H.; ALMEIDA, G. C.; CASTANHO, P. S.; NETTO-OLIVEIRA, E. R. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações químicas, física e sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 27, n. 3, p. 524-529. jul.- set. 2007.

FERREIRA, S. M. R.; LUPARELLI, P. C.; SCHIEFERDECKER, M. E. M.; VILELA, R. M. Cookies sem glúten a partir de farinha de sorgo. **Archivos Latino Americanos de Nutricion**. v. 59, n. 4, 2009.

FIESP, **Safrá Mundial de Milho**, FIESP. 2020. Disponível em:<<https://www.fiesp.com.br/mobile/indicespesquisasepublicacoes/saframundialdemilho2>>. Acesso em: 28 de Janeiro de 2021.

GIAMI, S. Y.; ACHINEWHU, S. C.; IBAAKE, C. The quality and sensory attributes of cookies supplemented with fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook) seed flour. **International Journal of Food Science & Technology**, Oxford, v. 40, p. 613-620, 2005.

GRIGOLETTO, J.; SILVA, V. S. N.; BAGGIO, S. R.; ORMENESE, R. C. S. C.; RUFFI, C. R. G. Estudo da incorporação de fibras alimentares nas propriedades físicas e nutricionais de biscoitos. In: Congresso Internacional de Iniciação Científica. 7. **Anais VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC**, Campinas: CIIA, 2013.

HOFFPAUER, D. W. New applications for whole rice bran. **Cereal Foods World**, Minneapolis, v. 50, n. 4, p. 173-174, 2005.

ICTA – INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Avaliação da qualidade tecnológica/industrial da farinha de trigo**. 2010. Disponível em:<<https://www.ufrgs.br/napead/repositorio/objetos/avaliacao-farinha-trigo/1a.php>>. Acesso em: 20 novembro de 2020.

JACOB, J.; LEELAVATHI, K. Effect of fat-type on cookie dough and cookie quality. **Journal of Food Engineering**, v. 79, n. 1, p. 299-305, 2007.



LUSTOSA, B. H. B.; LEONEL, M.; MISCHAN, M. M. (2008). Efeito de parâmetros operacionais na produção de biscoitos extrusados de farinha de mandioca. **Brazilian Journal of Food Technology**, 11(1), 12-19.

MARETI, M. C.; GROSSMANN, M. V. E.; BENASSI, M. T. Características físicas e sensoriais de biscoitos com farinha de soja e farelo de aveia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 4, p. 878-883, 2010.

MARIANI, M.; OLIVEIRA, V. R.; FACCIN, R.; RIOS, A. O.; VENZK, J.G. Elaboração e avaliação de biscoitos sem glúten a partir de farelo de arroz e farinhas de arroz e de soja. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 70-78, jan./mar. 2015.

MEDEIROS, P. R. M. S. **Composição química e avaliação sensorial de biscoitos elaborados com polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) desidratada**. 2009. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

MELO, A. A.; MANFIO, M.; ROSA, C. S. Composição e propriedades tecnológicas da farinha do resíduo da fermentação da cerveja. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, 18(1), 91-95, 2016.

ORNELLAS, L. H. **Técnica dietética: seleção e preparo de alimentos**. 8. ed. São Paulo: Atheneu, 2007

POIANI, M. R.; MONTANUCI, F. D. Caracterizações físicas e tecnológicas e perfil de textura de cookies de farinha de uva e linhaça. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas , v. 22, e2018074, 2019 .

ROSOLEN, Michele Dutra *et al.* Biscoitos tipo cookies desenvolvidos a partir de farinha de casca de laranja. **Revista Destaques Acadêmicos**, Lajeado, v. 10, n. 4, dez. 2018.

SEENA, S.; SRIDHAR, K. R. Physicochemical functional and cooking properties of under explored legumes, *Canavalia* of the southwest coast of Índia. **Food Research International**, v. 38, n. 7, 803-814, 2005.

SEIBEL, W. Composite Flour. In: L. Popper, W. Schafer, W. Freund (Eds.). **Future of flour - A Compendium off lourim provident**. Kansas City: Sosland Publishing Co., U.S.A. 2007.

SILVA, Igor Gondin da *et al.* Elaboração e análise sensorial de biscoito tipo cookie feito a partir da farinha do caroço de abacate. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas , v. 22, 2019 .

SILVA, M. R.; BORGES, S.; MARTINS, K. A. Avaliação química, física e sensorial de biscoitos enriquecidos com farinha de jatobá-do-cerrado e de jatobá-da-mata como fonte de fibra alimentar. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 4, n. 73, p. 163-70, 2001.

SINGH, A.; SHARMA, S.; SINGH, B. Effect of germination time and temperature on the functionality and protein solubility of sorghum flour. **Journal of Cereal Science**. v 76, p. 131- 139, 2017.

SOUZA, M. L.; RODRIGUES, R. S.; FURQUIM, M. F. G.; EL-DASH, A. A. Processamento de “cookies” de Castanha-do-Brasil. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 381-390, jul./dez. 2001.

TACO. **Tabela Brasileira da Composição de Alimentos**. 4th ed. Campinas: Nepa Unicamp; p 13, 2011.

VALENTINI, S. R. T.; CASTRO, M. F. P. M.; ALMEIDA, F. H. Determinação do teor de umidade de milho utilizando aparelho de microondas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.2, p.237-240, 1998.

VIEIRA, M. A.; TRAMONTE, K. C.; PODESTÁ, R.; AVANCINI, S. R. P.; AMBONI, R. D. M. C.; AMANTE, E. R. Physicochemical and sensory characteristics of cookies containing residue from king palm (*Archontophoenix alexandrae*) processing. **International Journal of Food Science & Technology**, Oxford, v. 43, p. 1534-1540, 2008.

YOSHIDA, B. Y.; PEREIRA, D. G.; CASTILHO, S. P. G.; SEIBEL, N. F. Produção e caracterização de cookies contendo farinha de okara. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, Jan-Mar; 25(1): 49-54, 2014.

#### **PREPARATION OF COOKIES WITH WHEAT FLOUR PARTIAL REPLACEMENT BY CORN GERM FLOUR**

**ABSTRACT** - Corn is a cereal widely consumed in the world for its high nutritional quality, which classifies it as a product of great importance both in human and animal feed, as well as in the Brazilian economic scenario. Corn germ flour is a by-product obtained through the process of degemination of corn followed by grinding the germ and is considered one of the most nutrient-rich parts of corn. The use of this by-product in human food can add not only economic value, but also nutritional value to foods derived from corn. Cookie-type cookies have a good acceptance in the Brazilian market and are consumed by different age groups, including children. Therefore, this type of biscuit has been formulated and tested with several substitutions of ingredients, seeking to reinforce it with fiber and proteins or making it a source of these nutrients. In addition to being considered as a product with easy incorporation of new ingredients, the partial replacement of wheat flour by corn germ flour enables the creation of new options for the market. Therefore, given the above, the objective of this work was to develop and characterize cookie-type cookies with FT partial replacement by corn germ flour (FGM) and to evaluate their physical, chemical and functional technological characteristics. Three cookies formulations were prepared, with different levels of FT replacement by FGM, namely: Control biscuit 0% FGM, Formulation A: 25% FGM and Formulation B: 50% FGM. The chemical composition and technological functional properties (Swelling Volume - VI, Water and Oil Absorption Index - IAA and IAO, respectively) of FGM and cookies were evaluated, as well as the physical characteristics of yield and expansion capacity of the cookies. The FGM obtained showed good functional technological

characteristics, as well as adequate chemical composition with an average of 65.8% of carbohydrates, 11.8% ( $\pm 2.44$ ) of lipids, 9.5% ( $\pm 0.13$ ) of proteins, 9.3% ( $\pm 0.06$ ) of moisture and 3.6% ( $\pm 0.58$ ) of ash. Regarding the chemical composition of the cookies, only the lipid content differed significantly ( $p < 0.05$ ) among all formulations. There was a direct relationship between the degree of substitution of FGM and the increase in lipid content, which is desirable as it can contribute to improving the sensory quality these products. For the technological functional properties, VI and IAA, formulation B presented the highest values. As for the IAO, there was no significant difference between the samples. Regarding the physical properties of the cookies, formulation B formed samples with greater expansion, while in terms of yield, no significant difference was observed among the samples ( $p > 0.05$ ). Therefore, it was possible to obtain cookie-type cookies with FT partial replacement by FGM in the proportion of up to 50% of replacement, without substantial changes in the composition and yield of the product. her study is presented by dividing it into two chapters. The first presents the introductory aspects, the materials applied, and the methodology adopted. The second chapter presents the results obtained and the respective discussions and conclusions.

**KEYWORDS:** Cookie; Chemical composition; Technological functional properties; Physical properties.

# MICRORGANISMOS CAUSADORES DE MASTITE EM REBANHOS LEITEIROS DA REGIÃO DE SÃO JOÃO DEL-REI E A QUALIDADE DO LEITE

**Ana Luiza de Oliveira Leite**

Instituto Federal de Educação,  
Ciência e Tecnologia de Minas  
Gerais, Campus Bambuí, Bambuí,  
Minas Gerais

[lattes.cnpq.br/8898221069570638](https://lattes.cnpq.br/8898221069570638)

**Fernanda Morcatti Coura**

Instituto Federal de Educação,  
Ciência e Tecnologia de Minas  
Gerais, Campus Bambuí, Bambuí,  
Minas Gerais

[lattes.cnpq.br/6029912380223962](https://lattes.cnpq.br/6029912380223962)

**Sônia de Oliveira Duque Paciulli**

Instituto Federal de Educação,  
Ciência e Tecnologia de Minas  
Gerais, Campus Bambuí, Bambuí,  
Minas Gerais

[lattes.cnpq.br/7338318170886973](https://lattes.cnpq.br/7338318170886973)

**RESUMO** - A mastite é a doença mais importante em rebanhos leiteiros, acarretando prejuízos sanitários e econômicos aos produtores e à indústria. O estudo objetivou identificar os agentes causadores de mastite, avaliar a relação entre a sua ocorrência e a qualidade do leite de 30 propriedades da região de São João del-Rei/MG. Efetuou-

se uma comparação à média da contagem de células somáticas com os parâmetros estabelecidos pela legislação e também foi verificada qual a interferência dos agentes causadores de mastite no rebanho com CCS. Além disso, avaliou-se a suscetibilidade de isolados de *S. aureus* e de *S. agalactiae* a 7 antimicrobianos. De acordo com os resultados, a presença do patógeno *S. agalactiae* é responsável por importantes alterações na CCS dos animais em relação aos outros patógenos, além de provavelmente contribuir negativamente para a qualidade do leite. Também se verificou um acentuado nível de resistência para o agente *S. aureus*, sendo os antibióticos menos eficazes contra os agentes Penicilina, Enrofloxacin e Neomicina, e o de melhor eficácia, Cefalexina. Para o *S. agalactiae*, os antimicrobianos mais resistentes foram Ampicilina e Cefalexina, sendo o ácido Clavulânico+amoxicilina o mais eficiente. Os resultados obtidos demonstram a necessidade e a importância do controle da mastite, visando minimizar as perdas de produção leiteira e melhorar os índices econômicos, assim como elevar a sanidade do rebanho e a

qualidade da matéria-prima ofertada às indústrias.

**PALAVRAS-CHAVE:** Antimicrobianos; Contagem de células somáticas; Mastite; Microrganismos.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de leite, atrás somente dos Estados Unidos e da Índia (FAO, 2019). A cadeia produtiva do leite é uma das principais atividades econômicas no Brasil. Presente em praticamente todos os municípios brasileiros, a produção de leite envolve mais de um milhão de produtores no campo, além de gerar outros milhões de empregos nos demais segmentos da cadeia, como as indústrias de beneficiamento do produto *in natura* e de produção de ração para os animais. Historicamente, o estado de Minas Gerais é o maior produtor de leite no Brasil (ROCHA; CARVALHO; RESENDE, 2020).

A qualidade do leite é determinada por parâmetros de composição química, características físico-químicas e higiene. A presença e os teores de proteína, gordura, lactose, sais minerais e vitaminas determinam a qualidade da composição, que, por sua vez, é influenciada pela alimentação, manejo, genética e raça do animal. Fatores ligados a cada animal, como o período de lactação, o escore corporal ou situações de estresse também são importantes quanto à qualidade composicional (BRITO e BRITO, 1998).

Em 2018, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) fixou novas regras para a produção de leite no País, em busca de melhorar a qualidade do leite produzido. As mudanças nas regras foram descritas nas Instruções Normativas (INs) 76 e 77. A IN 76 trata das características e da qualidade do produto na indústria, estabelecendo parâmetros para CCS, CPP, gordura, proteína, entre outros. Na IN 77, são definidos critérios para obtenção de leite de qualidade e seguro ao consumidor e que englobam desde a organização da propriedade, suas instalações e equipamentos até a formação e capacitação dos responsáveis pelas tarefas cotidianas, o controle sistemático de mastites, da brucelose e da tuberculose (MAPA, 2018).

O leite oriundo de animais com mastite perde sua qualidade, assim como os derivados, decorrente da veiculação de agentes potencialmente patogênicos para o consumidor, alterações na composição físico-química e sensorial dos produtos lácteos, e, eventualmente, a presença de resíduos de antimicrobianos utilizados na terapia da doença (DEMEU *et al.*, 2016). A mastite é uma reação inflamatória da glândula mamária, geralmente associada à presença de microrganismos, cuja nomenclatura originou-se do grego *masto* - glândula mamária - e *itis* - inflamação (NOTEBAERT e MEYER, 2006). A etiologia dessa doença pode ser de origem fisiológica, traumática, alérgica, metabólica e, principalmente, infecciosa, destacando-se as bactérias pela maior frequência, além de fungos, algas e vírus. É

uma doença complexa e multifatorial, causada por fatores que envolvem o ambiente e diversos patógenos, além de fatores relacionados ao próprio animal (LOPES; MANZI, 2018).

Os principais mecanismos pelos quais ocorrem alterações nos níveis dos componentes do leite de vacas com mastite são: aumento na permeabilidade vascular da glândula mamária, aumentando a passagem de substâncias do sangue para o leite, como sódio, cloro, imunoglobulinas, soroalbuminas, entre outras proteínas; alteração na síntese dos nutrientes do tecido secretor, podendo modificar a concentração dos principais componentes do leite, como gordura, proteína e lactose, e ação direta dos patógenos ou de enzimas sobre os componentes já secretados no interior do quarto (SILVA, 2014). Entre as características físico-químicas do leite, as alterações mais pronunciadas ocorrem em termos de condutividade elétrica e pH. No leite de animal com mastite, a condutividade elétrica apresenta-se aumentada em função da maior concentração dos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ . O pH aumenta, sendo que o leite normal fica na faixa de 6,7, e o de vaca com mastite pode atingir valor de 7,0 (MOURA *et al.*, 2017).

Além da CCS, outro parâmetro utilizado com grande frequência para avaliar a qualidade do leite é a contagem padrão em placas (CPP). O valor da CPP acima dos limites tolerados pela legislação é indicativo de deficiência na limpeza e higienização dos equipamentos de ordenha, do sistema de refrigeração, das tetas e também da presença de mastite nas vacas (TAFFAREL *et al.*, 2013).

Segundo Fonseca *et al.* (2021), como métodos diagnósticos, para avaliação da presença de mastite, têm-se o teste da caneca telada, a Contagem de Células Somáticas (CCS), o Califórnia Mastitis Test (CMT) e o Wisconsin Mastitis Test (WMT). Maiochi *et al.* (2019) citam que, para avaliação das características do leite, testes como o de caneca de fundo escuro e o de caneca telada, que observam formação de grumos e até sangue no leite, são indicados. De acordo com Fonseca *et al.* (2021), a cultura microbiológica é considerada o teste definitivo para mastite. Por meio desse exame, é possível isolar e identificar o patógeno que acomete o animal, causando a inflamação da glândula.

A escolha do antibiótico mais adequado é um aspecto importante para o sucesso do tratamento da mastite, pois esse é um componente essencial do programa de controle de mastite. A definição da droga a ser usada, assim como o esquema de tratamento dos casos de mastite, é uma decisão que, muitas vezes, deve ser tomada de forma imediata, uma vez que o tratamento precoce, principalmente dos casos clínicos, aumenta muito a possibilidade de cura (SANTOS, 2006). O antibiograma é um teste que oferece como resultado padrões de resistência ou sensibilidade de uma amostra bacteriana específica a vários antimicrobianos (antibióticos ou quimioterápicos) (BRITO *et al.*, 2009). O presente estudo teve como objetivo avaliar a ocorrência de patógenos causadores de mastite nos rebanhos leiteiros da região de São

João del-Rei/MG, sua relação com a contagem de células somáticas e o perfil de sensibilidade dos principais agentes encontrados aos antimicrobianos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na região de São João del-Rei, localizada no Campo das Vertentes do estado de Minas Gerais, local de tradicional atividade de pecuária leiteira e de grande importância econômica para o Estado, associada principalmente à produção de queijo. As propriedades da região são, sobretudo, de pequeno e médio porte, de confinamento semi-intensivo e intensivo dos animais, com realização de duas ordenhas/dia. As principais raças presentes na região são animais holandeses e girolando, com média de produção entre 20 a 30 litros vaca/dia.

O diagnóstico consistiu na avaliação dos resultados das análises de leite de 30 produtores no período de setembro de 2020 a junho de 2021. As propriedades foram escolhidas ao acaso, a partir de um banco de resultados de exames microbiológicos para identificação dos agentes causadores de mastite realizados por uma empresa. Foram selecionadas propriedades com vacas positivas para *S. agalactiae* e propriedades que não apresentavam este microrganismo, para posterior comparação.

O diagnóstico da qualidade do leite produzido pelas 30 propriedades consistiu na avaliação dos laudos das análises de contagem de células somáticas (CCS), contagem padrão em placas (CPP), gordura e proteínas do leite, emitidos pelos laticínios onde cada produtor entrega o leite. O método de diagnóstico dos agentes utilizado baseia-se na cultura microbiológica do leite e na identificação dos microrganismos pelas características morfológicas, fenotípicas, bioquímicas e enzimáticas. Após o diagnóstico dos agentes, as amostras identificadas como *S. aureus* e *S. agalactiae* foram submetidas aos testes de suscetibilidade a antimicrobianos utilizando-se o método de difusão em discos, de acordo com o Método de Kirby e Bauer.

Após o período de incubação, foram realizadas as leituras do diâmetro dos halos de inibição do crescimento bacteriano ao redor de cada disco, mensuradas em milímetros e categorizadas em sensíveis, resistentes ou intermediárias, de acordo com os parâmetros do CLSI. Todos os resultados aqui apresentados foram fornecidos pela empresa de diagnóstico (dados secundários). Foram testados os seguintes antimicrobianos: enrofloxacina 50 Mcg, ceftiofur 30 Mcg, neomicina 30 Mcg, penicilina 10 Mcg, ácido clavulânico+amoxicilina 30 Mcg, cefalexina 30 Mcg e ampicilina 10 Mcg.

Foram realizadas análises descritivas e teste Exato de Fisher. As médias de CCS, CPP, gordura e proteína calculadas e os valores de CCS foram categorizados como dentro e fora dos limites exigidos pelas Instruções Normativas nº 76 e 77. Os valores de CCS também foram categorizados como normal e elevado, considerando-se como normal o limite de até 200 células/ml, e, como elevado, limites superiores a 200 células/ml (BRITO *et al.*, 2007).



Efetuaram-se duas análises com os dados de CCS obtidos na pesquisa, ambas correlacionado a presença dos agentes causadores de mastite no rebanho e o valor da CCS. A primeira análise foi realizada comparando-se os resultados coletados com o limite estabelecido pela legislação (500 células/ml); e a segunda, com o limite determinado por pesquisadores, para considerar animais sem ocorrência de mastite (limite de 200 mil células/ml).

### 3. DISCUSSÃO

#### 3.1 Composição físico-química do leite, teores de CCS e CPP

Verificou-se que 21 propriedades deste estudo apresentaram CCS acima de 200 céls/mL, e, destas, 10 propriedades evidenciaram CCS superiores a 500 céls/mL, portanto, fora dos limites estabelecidos pela legislação vigente (MAPA, 2018). De acordo com Maiochi *et al.* (2019), a CCS é um bom indicador da probabilidade de ocorrência de uma infecção intramamária, pois, quanto maior a contagem de células somáticas, maior é a probabilidade de que a vaca esteja com mastite. O leite de um quarto não infectado apresenta CCS menor que 100.000 céls/mL, enquanto a CCS de um quarto infectado é, geralmente, superior a 200.000 céls/mL, o que indica a ocorrência de mastite. O aumento das células somáticas pode ocorrer devido a uma infecção no úbere, e os mecanismos de defesa da vaca são mobilizados e enviam grande número de leucócitos na tentativa de combater a infecção. Se o microrganismo é eliminado, a contagem de células retorna aos níveis normais. Entretanto, se os leucócitos não eliminarem o agente causador, a infecção pode se tornar crônica, e continuamente essas células de defesa são eliminadas para o leite, resultando em altas CCS (SOUZA, 2018).

Em relação à CPP, os valores encontrados estão todos dentro dos padrões exigidos pela legislação vigente (MAPA, 2018), que estabelece valor mínimo de 300 UFC/mL. A CPP refere-se à proliferação bacteriana no leite por contaminação externa e está estritamente relacionada com os processos de higiene durante a coleta do leite e à manutenção da temperatura do tanque. Normalmente, valores altos de CPP são mais rapidamente resolvidos que mudanças nas CCS, com base em mudanças nos protocolos de higiene (CASSOLI; MACHADO, 2016).

As médias para os teores de gordura (3,77%) e proteína (3,25%) estão acima dos padrões mínimos, 3 e 2,9%, respectivamente, estabelecidos pela IN 76 (MAPA, 2018). É conhecido que estes teores podem ser alterados de acordo com a dieta dos animais. Contudo, alguns autores realizaram estudos e obtiveram resultados expressivos comprovando que casos de mastite podem causar alterações nestes componentes do leite, principalmente gordura e proteína (CUNHA *et al.*, 2008). Lourenço *et al.* (2018) explicam que uma maior porcentagem de gordura no leite pode ocorrer devido a um efeito



de concentração no teor de gordura do leite das vacas com escore de células somáticas elevado, por causa do comportamento inverso da produção de leite. E em estudos comparativos, confirmaram que animais com altas CCS apresentam maiores índices de gordura em comparação a aqueles com menor CCS. De Souza *et al.* (2010) também verificaram um efeito crescente no teor de gordura e proteína do leite em função do aumento de CCS.

Lourenço *et al.* (2018) também obtiveram efeitos significativos quando analisaram animais com CCS elevada e a porcentagem de proteína no leite. Eles esclarecem que o aumento nos teores de proteína pode ser explicado pelo maior aporte de proteínas plasmáticas para combaterem as infecções na glândula mamária, desfavorecendo, conseqüentemente, a qualidade do leite.

Porém, esses fatos observados não podem ser afirmados com exatidão em nosso estudo, pois os teores de gordura e proteína não foram analisados com correlação ao valor de CCS dos rebanhos.

### 3.2 Caracterização microbiológica do leite e CCS

Das 30 propriedades analisadas, 50% possuem animais positivos para *S. agalactiae*, 76,67% para *S. aureus*, 50% para *S. uberis*, 93,3% para *Staphylococcus* coagulase negativa, 20% para bactérias Gram-negativo e 73,3% para *Corynebacterium* spp. Verifica-se que maior ocorrência principalmente de *Staphylococcus* coagulase negativa, *S. aureus*, *Corynebacterium* spp., *S. agalactiae*, *S. uberis*. As 30 propriedades analisadas apresentavam infecções mistas no rebanho.

Quando esses valores foram correlacionados aos níveis de CCS no leite, entre propriedades com CCS dentro (limite de 500 células/ml) e acima do limite (maior que 500 células/ml) estabelecido pela legislação, verificou-se que propriedades positivas para *S. agalactiae* tendem a ter uma maior CCS ( $P=0,0002$ ). Na sequência, porém sem  $P$  significativo, *Staphylococcus* coagulase negativa e *Corynebacterium* spp. foram responsáveis pela segunda maior elevação da CCS. Outros patógenos *S. aureus*, *S. uberis*, bactérias Gram-negativo também foram responsáveis pela alteração de CCS, mas não houve relação significativa no trabalho. Contudo, como as propriedades apresentam infecções mistas, e não se pode afirmar que a alteração da CCS das propriedades positivas para *S. agalactiae* se deve somente a este agente. Porém, o resultado indica a importância deste agente no aumento da CCS em rebanhos leiteiros. Resultados semelhantes foram encontrados por Santos (2010) e Souza *et al.* (2009) em seus estudos, nos quais *S. agalactiae* foi o agente que determinou as maiores variações de CCS.

Observa-se que as 15 propriedades que possuem *S. agalactiae* no rebanho têm a CCS acima de 200 céls/mL, seguindo com 81,8% das que apresentam *Corynebacterium* spp., 73,9% *S. aureus*, 73,3% *S. uberis*, 67,8% *Staphylococcus* coagulase negativa e 66,6% Gram-negativo. A presença de patógenos causadores de mastite no rebanho ocasiona a elevação da CCS

dos animais, deixando-os fora do limite considerado para animais saudáveis.

Ao se realizar a análise a partir da classificação de animais com CCS alta ou normal, propriedades positivas para o agente etiológico *Corynebacterium* spp. tendem a ter maiores valores de CCS. Uma possível explicação, segundo estudos de Gonçalves (2012), é que animais infectados por *Corynebacterium* spp. são mais predispostos a infecção causada por patógenos ambientais e *S. aureus* e *S. agalactiae*. Segundo o autor, diferentemente das infecções causadas por *S. agalactiae*, aquelas causadas por *Corynebacterium* spp. não apresentam efeito sobre a produção e composição de leite, somente aumento significativo da CCS. *Corynebacterium* spp. é um agente secundário com alta contagiosidade. Para o seu controle, devem ser instituídas medidas de higiene rigorosas. A literatura assinala maior prevalência de *Corynebacterium* spp. em rebanhos que não utilizam desinfecção dos tetos após a ordenha, ao se comparar com aqueles cuja prática é estabelecida como rotina diária. A sua presença nos rebanhos, com alta prevalência, pode ser um indicativo de manejo higiênico sanitário inadequado da ordenha, particularmente quanto ao *pós-dipping* (SANTOS; FONSECA, 2007).

Casos de mastite causada por *S. aureus* resultam em elevação dos valores de CCS, e casos subclínicos crônicos de mastite provocada por *S. aureus* promovem atrofia do alvéolo mamário, fibrose e micro abscessos. Isso limita a ação fagocítica de células e de antibióticos, causando infecções profundas no tecido mamário, com episódios de liberação de bactérias dos quartos mamários infectados acompanhados de altas CCS (SOUZA, 2010). Entretanto, neste estudo, ela não teve resultado considerado significativo. Comparando-se os valores de CCS das propriedades com o valor máximo de até 200 céls/mL, os resultados indicam que as propriedades positivas para *S. agalactiae* ( $P=0,0007$ ) e *Corynebacterium* spp. ( $P=0,0318$ ) tendem a ter maiores níveis de CCS. Estudos realizados por Mesquita (2020) mostram que, nas propriedades com menores índices de CCS, a prevalência do patógeno *S. agalactiae* é geralmente baixa.

Embora os dados tenham sido obtidos a partir de um pequeno número de amostras, os resultados indicam que existe o efeito dos patógenos na variação da CCS, sendo importante a identificação destes agentes a fim de obter sucesso ao se realizar o tratamento de acordo com cada microrganismo isolado.

### 3.3. Análise descritiva dos resultados de antibiograma para *S. aureus* e *S. agalactiae*

A Tabela 1 mostra o perfil de susceptibilidade e resistência a antimicrobianos de cepas de *Streptococcus agalactiae* e *Staphylococcus aureus* isoladas de amostras de leite das 15 propriedades positivas para *S. agalactiae* no rebanho.

**Tabela 1:** Perfil de susceptibilidade a 7 antimicrobianos de 35 amostras de *Streptococcus agalactiae* e 12 amostras de *Staphylococcus aureus* isoladas de leite de vacas de 15 propriedade leiteiras, no período setembro de 2020 a junho de 2021, em Minas Gerais.

Antibiótico	<i>Streptococcus agalactiae</i>			<i>Staphylococcus aureus</i>		
	Número de amostras sensíveis	Número de amostras resistentes	% de amostras resistentes	Número de amostras sensíveis	Número de amostras resistentes	% de amostras resistentes
Ac. Clavulânico+ amoxicilina	29	6	17,14%	1	11	91,66%
Penicilina	3	32	91,42%	0	12	100%
Ampicilina	1	34	97,14%	2	10	83,33%
Cefalexina	1	34	97,14%	5	7	58,33%
Enrofloxacin Aminoglicosídeos	6	29	82,85%	0	12	100%
Neomicina	1	34	97,14%	0	12	100%
Ceftiofur	13	22	62,85%	4	8	66,66%

Os resultados dos testes de antibiograma apontam para elevados índices de resistência a grupos de antimicrobianos para *S. aureus* e *S. agalactiae*. A eficácia do tratamento está relacionada com o patógeno envolvido e o grau de lesão do parênquima mamário. Nos casos de *S. aureus*, a resposta é sempre inferior, ao se comparar com *S. agalactiae*, sendo ambos os patógenos contagiosos (LANGONI *et al.*, 2017).

Costa *et al.* (2013) conduziram um estudo com 35 rebanhos leiteiros localizados em Minas Gerais que possuíam casos de mastite por *S. aureus*. Os autores verificaram, a partir dos testes de antibiograma, os seguintes índices de resistência: neomicina (3,4%), ceftiofur (0,40%). E Noel *et al.* (2016), ao analisarem o índice de resistência de *S. aureus* aos antimicrobianos, chegaram aos seguintes resultados: penicilina 99,5% e enrofloxacin 57%.

Silva (2015) pesquisou a resistência a antibióticos utilizados no controle da mastite em cepas de *S. agalactiae* isoladas de rebanhos bovinos de diferentes regiões brasileiras. Todos os isolados foram susceptíveis a penicilina, ceftiofur. Aires (2010) obteve, em seus resultados, elevada sensibilidade à maioria dos antimicrobianos utilizados para mastite, tais como penicilinas e cefalosporinas, com taxas de cura de aproximadamente de 90% no rebanho contaminado por *S. agalactiae*. Diferentemente de Vesco *et al.* (2017), que obtiveram bons resultados ao testar os grupos de penicilinas e cefalosporinas, apresentando resistência de 50% e 40%, respectivamente.

As variações nos resultados dos testes de susceptibilidade aos antimicrobianos para os agentes testados, no presente estudo, em relação aos encontrados na literatura podem ser justificadas por número de propriedades, seleção de amostragem, variações espaciais e temporais

quanto ao isolamento dos isolados, quanto à origem dos isolados (mastite clínica ou subclínica, isolados de tanques de expansão), e à pressão de seleção, decorrente do uso seletivo e/ou indiscriminado de antimicrobianos.

Segundo Zafalon *et al.* (2007), a maior ocorrência de resistência pode estar relacionada, entre outros fatores, com o mau uso de produtos por aplicação de subdosagens ou por um período insuficiente de tratamento, o que pode gerar cepas de microrganismos resistentes. Nesse sentido, cepas de microrganismos resistentes podem ser disseminadas a outros animais, gerando ineficiência em tratamentos futuros. O monitoramento periódico e permanente dos patógenos envolvidos na etiologia da mastite bovina e de seus índices de resistência aos antibióticos é fundamental, uma vez que estes processos são bastante dinâmicos, verificando-se variações espaciais e temporárias nestes parâmetros (MESQUITA, 2020).

Conclui-se com o trabalho que a presença do patógeno *S. agalactiae* é responsável por importantes alterações na CCS dos animais, além de provavelmente contribuir negativamente para a qualidade do leite. Entretanto, a presença dos outros patógenos também influencia negativamente na CCS.

As análises dos resultados de antibiogramas demonstram a importância da identificação e realização de teste de susceptibilidade a antimicrobianos dos patógenos causadores de mastite. Apesar do agente *S. agalactiae* apresentar alta resistência a alguns antimicrobianos, com as análises foi possível constatar a existência de antibióticos com boa taxa de sensibilidade, sendo estes mais indicados para tratamento, como ác. clavulânico+ amoxicilina e ceftiofur. O *S. aureus* apresentou baixas taxas de sensibilidade e altas taxas de resistência a vários grupos de antimicrobianos, o que, além de dificultar o tratamento, pode ocasionar gastos desnecessários com antibióticos resistentes para o agente.

Dessa forma, o monitoramento periódico dos agentes envolvidos na etiologia da mastite bovina e dos perfis de suscetibilidade aos antibióticos é de suma importância. A mastite é a enfermidade mais relevante na pecuária leiteira, acarretando prejuízos aos produtores, devido às perdas produtivas e despesas com tratamentos, e, para as indústrias de laticínios, por causa da perda de qualidade da matéria-prima.

## REFERÊNCIAS

AIRES, T. A. C. P. **Mastites em Bovinos: caracterização etiológica, padrões de sensibilidade e implementação de programas de qualidade do leite em explorações do Entre-Douro e Minho.** 2010. Dissertação (Mestrado Integrado em Medicina Veterinária).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº76 de 26 de novembro de 2018, que aprova os regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru

refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. **Diário Oficial da União**, Brasília, Distrito Federal, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº77 de 26 de novembro de 2018, que estabelece os critérios e procedimentos para a produção, acondicionamento, conservação, transporte, seleção e recepção do leite cru em estabelecimentos registrados no serviço de inspeção oficial. **Diário Oficial da União**, Brasília, Distrito Federal, 2018.

BRITO, L. G. *et al.* **Cartilha para o produtor de leite de Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Ronda, 2007.40 p. (Embrapa Rondônia. Documentos, 116).

BRITO, M. A. V. P.; BRITO, J. R. F. **Qualidade do leite**, p. 61-74, 10 abr. 1998. Acesso em: 10 maio 2021.

BRITO, M. A. *et al.* Antibiógrama. **Agência de informação Embrapa**, p. 1-3, 2009. Acesso em: 10 maio 2021.

CASSOLI, L. D.; MACHADO, P. F. MAPA DA QUALIDADE DO LEITE Contagem Bacteriana Total (CBT). **Clínica do leite**, São Paulo, ano 2, n. 1, p. 1-42, 7 out. 2016.

COSTA G. M. *et al.* Resistência a antibióticos em *Staphylococcus aureus* isolados de mastite em bovinos leiteiros de Minas Gerais, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, 80 (3): 297–302, 2013.

CUNHA, R.P.L. *et al.* Mastite subclínica e relação da contagem de células somáticas com número de lactações, produção e composição química do leite em vacas da raça Holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S. l.], v. 60, n. 1, p. 19-24, 16 maio 2008.

DEMEU, F. A. *et al.* Efeito da produtividade diária de leite no impacto econômico da mastite em rebanhos bovinos. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 73, n. 1, p. 53-61, 21 out. 2016.

FAO - **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. FAO STAT - Livestock Primary. Roma, Italy, 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/Q>. Acesso em: jun. 2021.

FONSECA, M. E. B. *et al.* Mastite bovina: Revisão. **Pubvet medicina veterinária e zootecnia**, [S. l.], p. 1-18, 18 fev. 2021. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/uploads/03e50c695917c47fd01868b511165d64.pdf>. Acesso em: 10 maio 2021.

GONÇALVES, Juliano Leonel. **Produção e composição do leite de vacas com mastite causada por *Corynebacterium spp.*** 2012. 127 p. Dissertação (Mestre em ciências) - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Pirassununga, 2012.

LANGONI, H. *et al.* Considerações sobre o tratamento das mastites. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, [S. l.], p. 1261-1269, 10 nov. 2017. Acesso em: 4 maio 2021.

LOPES, B. C.; MANZI, M. de P.; LANGONI, H. Etiologia das mastites: pesquisa de micro-organismos da classe mollicutes. **Veterinária e Zootecnia**, [S. l.], p. 172-179, 25 jun. 2018. Acesso em: 11 maio 2021.

LOURENÇO, J. C. S. *et al.* Produção e Composição do Leite em Função do Escore de Células Somáticas em Vacas da Raça Holandês. **VIII Sul Leite – Desafios e avanços da cadeia produtiva do leite**, Maringá, p. 1-3, 14 set. 2018.

MAIOCHI, R. R.; RODRIGUES, R. G. A.; WOSIACKI, S. R. Principais métodos de detecção de mastites clínicas e subclínicas de bovinos. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 16, n. 29, p. 1237-1251, 30 jun. 2019. Acesso em: 6 maio 2021.

MESQUITA, A. A. *et al.* Impacto, prevalência e etiologia da mastite bovina causada por *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus agalactiae*. **Nutritime Revista Eletrônica**, [S. l.], p. 8654-8668, 13 fev. 2020. Acesso em: 4 maio 2021.

MOURA, E.O. *et al.* **Electrical conductivity and somatic cell count in zebu cow's milk**. Semina: Ciências Agrárias, v.38, n.5, p.3231-3240, 2017. Acesso em: 11 maio 2021.

NOEL, C. C. *et al.* Perfil de suscetibilidade antimicrobiana e produção de “slime” de isolados de *Staphylococcus* spp. provenientes de casos de mastite bovina na região sul-fluminense. **Revista de Saúde**, 7(1), 22–26, 2016.

NOTEBAERT, S.; MEYER, E. Mouse models to study the pathogenesis and control of bovine mastitis. A review. **The Veterinary Quarterly**, v. 28, n. 1, p. 2–13, 2006. Acesso em: 4 maio 2021.

ROCHA, D. T.; CARVALHO, G. R.; RESENDE, J. C. Cadeia produtiva do leite no Brasil: produção primária. **Circular Técnica**, Juiz de Fora, n. 123, p. 1-16, 7 ago. 2020. Acesso em: 10 maio 2021.

SANTOS, M. V. DOS; FONSECA, L. F. L. **Estratégias para controle de mastite e melhoria da qualidade do leite**. Barueri: Manole, 2007.

SANTOS, M. V. Aplicabilidade do antibiograma como ferramenta no tratamento de mastite. **Milk Point**, Pirassununga, 18 out. 2006. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/marco-veiga-dos-santos/aplicabilidade-do-antibiograma-como-ferramenta-no-tratamento-de-mastite-31893n.aspx#:~:text=Aplicabilidade%20do%20antibiograma%20como%20ferramenta%20no%20tratamento%20de%20mastite,-POR%20MARCOS%20VEIGA&text=A%20escolha%20do%20antibi%C3%B3tico%20ou,programa%20de%20controle%20de%20mastite>. Acesso em: 15 maio 2021.

SANTOS, M. V. Origens e causas de altas contagens bacterianas no leite cru. **Milk Point**, [S. l.], 13 set. 2002. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/marco-veiga-dos-santos/origens-e-causas-de-altas-contagens-bacterianas-no-leite-cru-parte-12-16222n.aspx>. Acesso em: 19 maio 2021.

SILVA J. R. 2015. **Avaliação da virulência e susceptibilidade a antibióticos em *Streptococcus agalactiae* isolados de mastite bovina de rebanhos brasileiros**. Dissertação de mestrado em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Lavras, Lavras. 120p.

SILVA, T. T. **Mastite bovina e sua relação com a produção e composição do leite**. 2014. 1-38 p. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal de Goiás, [S. l.], 2014. Acesso em: 4 maio 2021.

SOUZA *et. al.* Variação da contagem de células somáticas em vacas leiteiras de acordo

com patógenos da mastite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.5, p.1015-1020, 2009.

SOUZA, Afonso Campos. **Fatores de risco para alta contagem de células somáticas do leite em unidades de produção em assentamentos de Candiota/RS**. 2018. 104 p. Tese (Mestre em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

SOUZA, R. *et al.* Produção e qualidade do leite de vacas da raça holandesa em função da estação do ano e ordem de parto. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 2, 2010.

SOUZA, R. *et al.* Produção e qualidade do leite de vacas da raça Holandesa em função da estação do ano e ordem de parto. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.11, n.2, p.m 484- 495 abr/jun, 2010.

SOUZA. G. N. *et al.* Variação da contagem de células somáticas em vacas leiteiras de acordo com patógenos da mastite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 61. n. 5. p. 1015-1020. 2009.

TAFFAREL, L. E. *et al.* Contagem bacteriana total do leite em diferentes sistemas de ordenha e de resfriamento. **Instituto Biológico**, São Paulo, v. 80, n. 1, p. 7-11, 22 mar. 2013.

VESCO, J. Dal *et al.* Monitoramento dos agentes causadores de mastite e a susceptibilidade aos antimicrobianos. **Expressa Extensão**, Pelotas, v. 22, n. 1, p. 34-50, 11 mar. 2017.

ZAFALON, L.F. *et al.* Mastite subclínica causada por *Staphylococcus aureus*: custo-benefício da antibioticoterapia de vacas em lactação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 577-585, 7 set. 2007.

#### **MICROORGANISMS CAUSING MASTITIS IN DAIRY HERDS IN THE REGION OF SÃO JOÃO DEL-REI AND MILK QUALITY**

**ABSTRACT** - Bovine mastitis is the most important disease in dairy herds, causing sanitary and economic damage to producers and industry. The objective of this study



was to identify causative agents of mastitis, evaluate the relationship between its occurrence and the quality of milk from 30 properties in the region of São João del-Rei. Considering the multifactorial aspect of the disease, in addition to knowledge of the agents involved, antimicrobial susceptibility profiles are also an extremely important tool for disease control. It was compared to the average of the somatic cell count with the parameters established by legislation, and it was verified through statistical analysis the interference of mastitis in the herd with the levels of the somatic cell count. The susceptibility of *S. aureus* and *S. agalactiae* isolates to 7 antimicrobials was evaluated. According to the results, the presence of the *S. agalactiae* is responsible for important changes in SCC in relation to other pathogens, probably contributing negatively to milk quality. A high level of resistance of *S. aureus* was found, and the antibiotics being less effective were Penicillin, Enrofloxacin and Neomycin and the one with the best efficacy was Cephalexin. As for *S. agalactiae*, resistant to Ampicillin and Cephalexin were high, and Clavulanic Acid+amoxicillin was the most efficient. The results demonstrate the need for and importance of mastitis control, aiming to minimize milk production losses and improve economic indices, as well as raising the health of the herd and the quality of the raw material offered to the industries.

**KEYWORDS:** Antimicrobials; Mastitis; Microorganisms; Somatic cell count.



# TECNOLOGIA NIR, RENDIMENTO E VALOR NUTRITIVO DE CEREAIS DE INVERNO PARA SILAGEM

**Carlos Eugênio Fortes Teixeira**

[lattes.cnpq.br/7999566275067628](http://lattes.cnpq.br/7999566275067628)

Instituto Federal Sul Riograndense  
(IFSUL) - Pelotas, RS

**Elisa Silveira Teixeira**

[lattes.cnpq.br/2980692418333125](http://lattes.cnpq.br/2980692418333125)

Instituto Federal Sul Riograndense  
(IFSUL) - Pelotas, RS

**Renato Fontaneli**

[lattes.cnpq.br/7689565808342832](http://lattes.cnpq.br/7689565808342832)

EMBRAPA Trigo - Passo Fundo, RS

**RESUMO** - Os cereais de inverno são cultivados para produzir grãos para alimentos e rações, forragem verde e silagem para gado. Os objetivos deste estudo são analisar a produção e as características químicas bromatológicas de forrageiras de cereais de inverno. O arranjo fatorial dos tratamentos 5 x 2 (5 cultivares e duas alturas de corte - baixo 7-10 cm e 20 cm da superfície do solo) colhido quando o grão estava na fase de massa. Os materiais genéticos testados foram centeio, trigo, tritcale, cevada e aveia. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições.

As análises realizadas para forragem, BRS Centauro, apresentaram rendimento de forragem de aveia superior ao dos demais genótipos. A cevada BRS Aliensa se destacou pela digestibilidade da matéria seca (DMD) e da proteína bruta (PB) nas duas alturas de corte testadas. O trigo BRS Pastoreio apresentou menor concentração de FDN do que o centeio BRS Serrano. Isso demonstra os benefícios da altura do restolho para a manutenção da matéria seca (MS) na cobertura do solo (sistema plantio direto).

**PALAVRAS-CHAVE:** Biomassa; Produção de forragem; Reflectância no infravermelho.

## 1. INTRODUÇÃO

Os cereais de inverno são geralmente cultivados com o propósito de produzir grãos para alimentação humana e animal ou como forragem para a formação de pastagens. Dentre as espécies, destaca-se o trigo (*Triticum sativum* L.), que é uma das mais cultivadas. A importância dos cereais de inverno no cenário brasileiro faz com que os programas de melhoramento busquem o desenvolvimento de novas cultivares que apresentem

características superiores de produtividade e qualidade do grão, tolerância a fatores bióticos e abióticos, adaptabilidade e estabilidade de produção (FONTANELI et al.,2009). O cultivo da aveia (*Avena* spp.) Tem aumentado sua importância nos últimos anos e a área cultivada tem crescido fortemente, principalmente devido à demanda gerada pelas indústrias devido à inclusão na alimentação humana pelos benefícios que traz à saúde humana. A cevada (*Hordeum vulgare* L.) é uma das primeiras plantas domesticadas cultivadas desde meados de 8.000 a.C. A cultivar BRS Marciana atua para uso em pastejo, feno ou silagem de grãos úmidos. Com um ciclo inicial, seu potencial produtivo pode exceder 4 Mg.ha<sup>-1</sup> (MINELLA & PEREIRA,2015). O centeio (*Secale cereale* L.) destaca-se pela rusticidade e capacidade de adaptação às condições ambientais menos favoráveis. Pode ser usado para fornecer grãos para alimentação humana e animal, indústria de destilados, forragem, silagem, pastagem e cobertura morta (FONTANELI et al.,2012). Triticale (X *Triticosecale* Wittmack) é o primeiro cereal sintético feito pelo homem. A espécie incorporou algumas características morfológicas dos pais: do trigo herdou o alto rendimento de grãos, a reduzida altura da planta e características de panificação; e o centeio as características de rusticidade, resistência ao frio e doenças (EMBRAPA,2013). O trigo como cultura de dupla finalidade, forragem e grãos, tem sido utilizado em diversos países, como Estados Unidos (EUA), Austrália, Uruguai e Argentina, como alternativa econômica em sistemas de integração lavoura-pecuária. Nos Estados Unidos, o trigo cultivado para fins duplos gerou maior retorno econômico do que o trigo apenas para grãos (SANTOS et al.,2015). Os constituintes químicos das plantas forrageiras são divididos em duas partes: constituintes da parede celular e constituintes do conteúdo celular. Em relação à avaliação bromatológica dos componentes celulares, pode-se afirmar que: a parede celular é separada em fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e expressa a fibra digestível (celulose, hemicelulose e lignina); e, no componente qualitativo, a fibra detergente ácida insolúvel (FDA) expressa a fração indigestível (celulose e lignina) (VAN SOEST,1994). Esses dois componentes, FDN e FDA, determinam o potencial de consumo e digestibilidade da matéria seca da planta. O valor nutricional do alimento, por outro lado, é determinado considerando os elementos do conjunto: concentração de nutrientes digestíveis totais (NDT) ou, ainda, energia líquida (EL) para as diferentes funções do animal (manutenção, lactação ou peso ganho), a concentração em proteína bruta (PB), as concentrações em FDN e FDA e dos demais compostos minerais, além da digestibilidade da matéria seca (DMD) (BERCHIELI et al.,2006). A tecnologia (método e técnica) rápida utilizada para análise químico-bromatológica de diferentes materiais biológicos, entre eles forragens e silagens, é a NIR (reflectância no infravermelho). No caso, em alimentos para uso animal, anteriormente citados, é comum usar-se a técnica do infravermelho proximal. Em essência, a tecnologia NIR envolve a radiação eletromagnética na forma de ondas que interagem com um material. O comprimento de onda é a distância entre os dois picos ou pontos altos. O

comprimento de onda no espectro NIR é normalmente medido em nanômetros (nm), onde  $1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$  ou  $1000\text{ nm} = 0,001\text{ mm}$ . A parte do espectro visível ao olho humano varia e situa-se na faixa de 400nm a 800nm. Enquanto o espectro infravermelho varia de aproximadamente 2.500 nm a 25.000 nm. O infravermelho próximo é a parte do espectro localizada entre a região do visível e a região do infravermelho. O alcance de comprimentos de onda que o NIR cobre, está entre 750nm a 2.600nm. Moléculas são grupos de átomos, que se combinaram para formar compostos químicos. O metano contém um átomo de carbono (C) e quatro átomos de hidrogênio (H). Essas ligações específicas entre os átomos, vibram em uma certa frequência. Cada tipo dessas ligações, dentro de uma amostra, irá absorver a radiação NIR de um comprimento de onda específico. Enquanto todos os outros comprimentos de onda são refletidos. Na prática, a amostra a ser analisada após secagem a peso constante, é moída em tamanho de aproximadamente 1 mm, preparada em capsulas cilíndricas de metal (com um lado em vidro), para permitir a passagem da onda e a detecção pelo sensor do aparelho; estas capsulas possuem aproximadamente 10 mm de altura (dependendo do equipamento utilizado). serão bombardeadas com raios NIR de diferentes comprimentos de onda. Assim, serão espalhados e refletidos pelas ligações químicas. Os raios espalhados, refletidos e/ou transmitidos de cada comprimento de onda, situam-se dentro da célula de medição. A série de reflexões em diferentes comprimentos de onda são medidos e, em seguida convertidos em resultados analíticos pelo microprocessador do equipamento. Para o procedimento de calibração de um instrumento NIR, várias amostras são analisadas por métodos químicos analíticos tradicionais para determinar a composição real destas. Cada uma delas é então colocada no aparelho ou equipamento NIR. Os valores de refletância dos diferentes comprimentos de onda são obtidos. Após esta etapa, com um microcomputador e um software de análise, faz-se a combinação dos resultados. Os valores analíticos e de refletância são transformados em constantes (curvas) de calibração. Os objetivos deste estudo foram analisar as características químicas e bromatológicas de forragens de cereais de inverno em duas alturas de corte do solo (10 cm e 20). E o possível benefício de manutenção da resteva (cobertura vegetal na forma de matéria seca-MS) sobre ele.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado, em dois anos consecutivos, na Embrapa Trigo, em Passo Fundo, RS (Brasil). Os materiais genéticos testados foram centeio BRS Serrano, trigo BRS Umbu e BRS Pastoreio, BRS Saturno tritcale, cevada BRS Aliensa e aveia Brevis BRS Centauro. O arranjo fatorial de 5 x 2 tratamentos (5 cultivares e 2 alturas de corte - abaixo de 7-10 cm e 20 cm da superfície do solo) colhido quando as plantas estavam no estágio de massa de grãos. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições (por dois anos consecutivos). A densidade de semeadura

foi de 400 sementes viáveis.m<sup>2</sup>. A fertilização básica foi de 250 kg. ha<sup>-1</sup> do fertilizante 5-25-25 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O) mais adubação nitrogenada de 20 Kg N.ha<sup>-1</sup> no perfilhamento. As sementes foram fornecidas pelo Centro Nacional de Pesquisas do Trigo (CNPT-EMBRAPA). Estimar por genótipo cortado próximo ao solo para estimar a produção de massa seca total para, por diferença, calcular a palha residual para plantio direto. O restante de cada parcela foi cortado (excluindo bordas) nas alturas de 7 a 10 cm e 20 cm para silagem. O corte da silagem foi realizado quando as plantas estavam na fase de grão de massa mole a firme. A biomassa acumulada foi colhida e pesada. Para determinar a concentração de matéria seca (MS), uma amostra foi retirada e seca em estufa a 60 ° C até peso constante. A amostra seca em estufa foi moída até 1 mm. As avaliações laboratoriais foram realizadas pelo método de reflectância no infravermelho proximal (NIR). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de altura de planta, teor de MS e produtividade, bem como a produtividade da forragem ensilável estão resumidos nas Tabelas 1 e 2, onde se observa que as condições de chuva foram bastante diferentes nos dois anos do experimento. O comportamento da temperatura média mensal foi semelhante nos dois anos de estudo, com maior diferença na comparação dos meses de agosto. O teor médio de MS variou de 24,35% na cevada a 34,36% no trigo BRS Pastoreio, nos dois anos. O rendimento médio da MS foi de 7,25 Mg.ha<sup>-1</sup> e 4,04 Mg.ha<sup>-1</sup>; Aveia BRS Centauro foi o genótipo com maior rendimento de forragem ensilável (29,55 Mg.ha<sup>-1</sup>). Os teores de matéria seca (MS) encontrados são semelhantes aos valores reportados por Fontaneli et al. (2009). A produção de MS.ha<sup>-1</sup> para monoculturas de cereais varia, dependendo de várias situações. Autores citados por Khorasani et al. (1997) descrevem diferenças: alguns relataram um rendimento mais alto para o triticle. Alguns consultados relataram que a aveia produz mais MS.ha<sup>-1</sup> do que a cevada ou o triticle. As diferenças apresentadas entre esses estudos podem estar relacionadas às diferenças no tipo de solo, fertilidade, cultivares e maturidade na colheita (KHORASANI et al.,1997). Maiores alturas de resteva proporcionam maior estabilidade na relação entre folhas e caules, conforme relatado por Aguinaga et al. (2008) e isso influencia os valores de MS e produtividade das espécies forrageiras. A cevada apresentou rendimento de silagem de 20,75 Mg.ha<sup>-1</sup> menor que a aveia testada (29,55 Mg.ha<sup>-1</sup>), mas idêntica aos demais genótipos mantendo essa característica de desempenho nos resultados do segundo ano. Em um estudo de acúmulo de matéria seca e remobilização de reservas orgânicas em cevada, houve influência significativa (p <0,01) do genótipo e da época de semeadura na produtividade de grãos da cevada, matéria seca (MS) na antese, maturação, no índice de colheita (IC), na remobilização, na eficiência da remobilização e

contribuição da MS para a produção de grãos (MIROSAVLJEVIĆ et al., 2015). Na comparação do rendimento de forragem ensilável (silagem), o destaque foi a aveia BRS Centauro (29,55 (Mg.ha<sup>-1</sup>) - Tabela 1). O mesmo não ocorreu posteriormente (Tabela 2). Isso pode ser explicado pelo maior perfilhamento da cultura e pela maior relação folha / colmo. Meinerz et al. (2012), em estudo de produtividade de cereais de inverno, com dupla finalidade, entendem que genótipos posteriores apresentam maior massa de forragem devido ao maior perfilhamento e relação folha / colmo, quando comparados aos materiais vegetais anteriores (FONTANELI et al., 2009). Os autores citam que outros estudos também relatam que o maior rendimento foi alcançado entre as fases de floração e grão leitoso, para então diminuir da fase leitosa para pastosa. A variação do teor de MS e rendimento de forragem encontrada pode ser atribuída aos estudos com oligofrutosacarídeos (FOS). O teor máximo de FOS é atingido no início da fase leitosa e uma redução acentuada ocorre na fase posterior de enchimento dos grãos. Esse fato foi observado por Iannucci et al. (2015) em cevada, trigo e triticale. Esses autores sugeriram recentemente a necessidade de reconsiderar as recomendações para a colheita de cereais, quando o objetivo é a alimentação verde. As variações encontradas para a MS (21,4% na cevada a 41,8% no trigo) justificam-se que nas poáceas a dinâmica dos frutanos é regulada pelo balanço entre a biossíntese e as enzimas de degradação destes. Antes da antese, os níveis relativos de hexoses e sacarose (WSC-carboidratos solúveis em água, menos frutanos) são responsáveis por cerca de 80 e 75% dos carboidratos solúveis em água presentes no caule, pedúnculo e penúltimo internodo. Essas proporções são muito menores nas partes inferiores do caule e na bainha, respectivamente. Em geral, as enzimas biossintéticas contribuem para o acúmulo de frutanos durante a pré-antese e início da pós-antese (ZHANG et al., 2015).

**Tabela 1:** Altura da planta do cereal de inverno, teor e rendimento de matéria seca (MS) e rendimento de forragem ensilável (FY)

Cereais	Altura média (cm)	MS (%)	MS (t.ha <sup>-1</sup> )	FE (t.ha <sup>-1</sup> )
Cevada BRS Aliensa	63e	21,4c	4,45c	20,75 b
Cevada BRS Aliensa – 10 cm		22,74	5,00	21,99b
Cevada BRS Aliensa – 20 cm		27,84	7,50	26,92a
Triticale BRS Saturno	108c	38,24a	9,02a	23,57b
Triticale BRS Saturno -10 cm		40,18	9,32	23,22b
Triticale BRS Saturno -20 cm		35,46	7,75	21,85b
Aveia BRS Centauro	129b	28,88b	8,57ab	29,55a
Aveia BRS Centauro – 10 cm		28,35	8,38	29,60a
Aveia BRS Centauro – 20 cm		26,89	7,39	27,47a
Centeio BRS Serrano	161a	37,14a	7,88b	21,22b
Centeio BRS Serrano – 10 cm		35,57	6,82	19,20b
Centeio BRS Serrano – 20 cm		34,55	6,32	18,31b
Trigo BRS Umbu	84de	41,18a	9,20bc	22,57 b
Trigo BRS Umbu – 10 cm		40,81	8,65	21,22b
Trigo BRS Umbu- 20 cm		38,91	7,12	18,28b
Trigo BRS Pastoreio	96cd	41,82a	8,45b	20,25 b
Trigo BRS Pastoreio – 10 cm		35,9	5,25	14,60c
Trigo BRS Pastoreio – 20 cm		35,78	4,41	12,35c
Média planta inteira	106,83	34,20a	7,25a	22,98a
Média corte a 10 cm	106,83	34,59a	7,40a	21,63a
Média corte a 20 cm	106,83	33,25a	6,75a	20,86a
CV(%)	40,93	6,84	9,72	27,71

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ ).

**Tabela 2:** Altura de planta dos cereais de inverno, teor e rendimento de matéria seca (MS) e rendimento total de forragem ensilável (FY)

Cereais	Altura média (cm)	MS (%)	MS (t.ha <sup>-1</sup> )	FE (t.ha <sup>-1</sup> )
Cevada BRS Marciana	70d	27,3c	3,33c	12,21 e
Cevada BRS Marciana –10cm		31,60b	3,59c	11,37c
Cevada BRS Marciana –20cm		30,83b	3,72b	12,08bc
Triticale BRS Saturno	121b	34,55b	4,50b	12,95 bcd
Triticale BRS Saturno – 10cm		32,37b	3,81b	11,79bc
Triticale BRS Saturno – 20cm		33,75a	3,33b	9,88cd
Aveia BRS Centauro	122b	22,25d	3,01c	13,55 bc
Aveia BRS Centauro – 10cm		18,81d	2,17d	11,55bc
Aveia BRS Centauro – 20cm		18,61	2,12c	11,43bc
Centeio BRS Serrano	171a	36,13ab	7,27ab	20,14 a
Centeio BRS Serrano – 10cm		32,11b	4,07ab	16,69a
Centeio BRS Serrano – 20cm		32,15a	5,35a	16,73a
Trigo BRS Umbu	98c	39,0a	5,05a	12,95 bcd
Trigo BRS Umbu – 10cm		36,60a	4,75a	13,00b
Trigo BRS Umbu – 20cm		33,96a	4,36a	12,85b
Trigo BRS Pastoreio	96c	27,6c	3,5c	12,6 bcde
Trigo BRS Pastoreio –10cm		25,29c	3,17c	12,55bc
Trigo BRS Pastoreio –20cm		22,60c	2,21c	9,80d
Média planta inteira	113	31,13a	4,04a	14,06a
Média corte a 10 cm	113	29,46a	3,59a	12,82a
Média corte a 20 cm	113	28,65a	3,51a	12,12a
CV(%)	7,69	5,56	7,52	5,46
Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey (p>0,05).				

Destaca-se a precocidade da cevada para a produção de forragem verde (20,75 Mg.ha<sup>-1</sup> e teores de PB semelhantes à aveia (Tabelas 3 e 4)). Triticale e aveia foram superiores apenas para produtividade (23,57 e 29,55 Mg.ha<sup>-1</sup> respectivamente), mas o primeiro não apresentou diferença estatística com a cevada. Essas relações são explicitadas em estudos, como a avaliação da produção de matéria seca e do valor nutricional da aveia, trigo, cevada, triticale e centeio, nos estágios borracha e massa (mole a firme). Esses autores também descrevem que a cevada para uso como forragem é o cereal mais promissor na fase de borracha. Com sua maior produção de MS e MS digestível, triticale, centeio e aveia produzem mais matéria seca na fase de massa (COSKUN et al.,2014). A cevada apresentou os maiores teores de PB e DMD, 10,77% e 64,88%, respectivamente na resteva de



20 cm, bem como para a resteva de 10 cm (10,03% e 63,02%) e o menor FDA (33,02 em resteva de 20 cm), mas diferindo do centeio, mais fibroso. Isso pode ser explicado pela precocidade da cevada e estágio na época da colheita. Dentre as alturas estudadas, os resultados do PB estão de acordo com os encontrados por Khorasani et al. (1997). As relações entre o teor de PB das safras e o estágio de maturação demonstram que, na maturidade avançada, o teor de proteína bruta da safra diminui a um ritmo mais lento, com tendência a se estabilizar antes da colheita. Na fase de emissão da folha bandeira (emborrachamento), o tritcale e a cevada apresentam maior concentração de PB do que a aveia. À medida que a colheita amadurece, as folhas e os caules tornam-se mais fibrosos. No entanto, nas fases posteriores de maturação, isso é compensado pelo aumento do teor de amido no enchimento do grão. Para os cereais, a concentração de FDN aumenta à medida que a planta avança na fase de alongamento, estabiliza e diminui com o enchimento do grão. Autores relatam que, na colheita, a aveia apresenta a maior concentração de FDA, não havendo diferenças entre os demais cereais de inverno, o que pode ser observado nos dois anos de estudo. As folhas têm menor concentração de fibras na parede celular do que os caules. Os grãos têm uma concentração de fibra mais baixa do que qualquer caule ou folhas. Assim, é de se esperar menor concentração de fibras (FDA e FDN), no início do ciclo, antes que as folhas comecem a morrer, e no final do ciclo, com o grão cheio (KHORASANI et al., 1997). Finalizando a análise das tabelas 1 e 2, onde temos planta inteira, altura de corte de 10 cm e altura de corte de 20 cm (restevas); observando as médias de produtividade de matéria seca (MS); E calculando as diferenças sobradas em cobertura do solo, encontra-se na tabela 1, para resteva de 10 cm a diferença de 0,150 Mg.ha<sup>-1</sup>. Para altura de 20 cm, tem-se 0,500 Mg.ha<sup>-1</sup>. Na tabela 2, os resultados estão na faixa de 0,450 Mg.ha<sup>-1</sup> para diferença planta inteira versus resteva de 10 cm. E 0,530 Mg.ha<sup>-1</sup> para planta inteira versus resteva de 20 cm.



**Tabela 3:** Teor de Proteína Bruta (PB), Digestibilidade da Matéria Seca (DMD), Fibra Detergente Neutra (FDN), Fibra Detergente Ácida (FDA), nas forragens ensiláveis de genótipos de cereais de inverno em diferentes alturas de resteva.

Cereal e altura de resteva (cm)	PB %		DMS (%)		FDN (%)		FDA (%)	
Cevada BRS Aliensa - 20	10,77	a	64,88	a	61,44	bc	33,02	c
Cevada BRS Aliensa - 10	10,03	ab	63,02	ab	62,24	bc	33,72	c
Aveia BRS Centauro - 20	8,43	abc	60,66	abc	59,52	bc	38,71	c
Triticale BRS Saturno - 10	8,34	abcd	61,27	abc	61,11	bc	37,86	c
Centeio BRS Serrano - 20	7,81	bcd	57,89	cd	65,07	ab	44,48	ab
Triticale BRS Saturno - 20	7,58	bcd	62,45	ab	62,69	abc	37,91	c
Trigo BRS Pastoreio - 20	6,79	cd	62,53	ab	58,56	c	38,69	c
Aveia BRS Centauro -10	6,55	cd	59,04	bc	62,46	bc	39,02	bc
Trigo BRS Umbu- 20	6,09	cd	60,39	bc	60,65	bc	37,00	c
Trigo BRS Umbu - 10	6,05	cd	59,89	bc	61,87	bc	37,04	c
Trigo BRS Pastoreio - 10	5,99	cd	60,98	abc	58,10	c	38,71	c
Centeio BRS Serrano - 10	5,83	d	54,19	d	68,44	a	46,08	a
Média 10 cm	6,12	a	59,72	a	62,37a		38,73a	
Média 20 cm	7,91	a	61,46	a	61,32a		38,30a	
Média geral	7,51		60,59		61,79		38,52	
CV(%)	14,31		5,16		9,32		3,48	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ )

**Tabela 4:** Teor de proteína bruta (PB), digestibilidade da matéria seca (DMD), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), nas forragens ensiláveis de genótipos de cereais de inverno em diferentes alturas de resteva

Cereal e altura de resteva (cm)	PB %		DMS (%)		FDN (%)		FDA (%)	
Cevada BRS Marciana - 20	6,77	b	60,87	a	61,67	b	35,80	b
Cevada BRS Marciana - 10	6,57	b	60,42	a	62,12	b	36,45	b
Aveia BRS Centauro - 20	9,10	ab	59,87	a	59,45	b	37,23	b
Triticale BRS Saturno - 10	6,81	b	60,68	a	62,98	ab	36,42	b
Centeio BRS Serrano - 20	8,87	ab	59,13	ab	63,11	ab	38,19	ab
Triticale BRS Saturno - 20	6,75	b	60,44	a	63,29	ab	37,56	b
Trigo BRS Pastoreio - 20	8,60	ab	59,30	ab	60,33	b	38,04	ab
Aveia BRS Centauro - 10	7,95	ab	58,53	ab	61,21	b	38,97	ab
Trigo BRS Umbu - 20	7,20	ab	59,73	a	61,07	b	37,50	b
Trigo BRS Umbu - 10	6,67	b	58,76	ab	62,34	ab	38,56	ab
Trigo BRS Pastoreio - 10	9,62	a	60,27	a	60,17	b	36,74	b
Centeio BRS Serrano - 10	6,80	b	55,40	b	66,94	a	43,09	a
Média 10 cm	7,40a		59,01a		62,62a		38,37a	
Média 20 cm	7,88a		59,89a		61,48a		37,38a	
Média geral	7,64		59,45		62,05		37,88	
CV(%)	15,54		3,98		7,41		3,16	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ )

#### 4. CONCLUSÃO

O BRS saturno triticale foi mais produtivo sem diferir da aveia BRS Centauro no primeiro ano, e o centeio BRS Serrano e o trigo BRS Umbu foram os mais produtivos no segundo ano. Não há diferença entre os genótipos para digestibilidade, mas a cevada BRS Aliensa se destaca pelo teor de PB nas duas alturas de corte testadas, juntamente com aveia (20 cm) e triticale (10 cm). O trigo BRS Pastoreio apresenta menor teor de FDN do que o centeio BRS Serrano. Centeio BRS Serrano possui a forragem com maior teor de FDA. Por fim, o rendimento de MS, remanescente da diferença nas alturas de corte testadas (10 e 20 cm) para toda a planta, é superior em ambas as situações. Este estudo demonstra os benefícios da altura do resteva na manutenção da matéria seca (MS) em cobertura do solo (sistema plantio direto). Pois percebe-se pela diferença de planta inteira para as duas alturas de corte, uma sobra de conteúdo de matéria seca no solo entre 0,150 Mg. ha<sup>-1</sup> a 0,500 Mg. ha<sup>-1</sup> de MS, para estes cereais de inverno nas alturas de

resteva estudadas.

## REFERÊNCIAS

AGUINAGA, A. A. Q.; CARVALHO, P. C. de F.; ANGHINONI, I.; PILAU, A.; AGUINAGA, A. J. Q.; GIANLUPPI, G. D. F. **Componentes morfológicos e produção de forragem de pastagem de aveia e azevém manejada em diferentes alturas**. Revista Brasileira de Zootecnia, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1523-1530, 2008.

BERCHIELI, T. T.; GARCIA, A., V.; OLIVEIRA, S. G. **Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição**. In: BERCHIELI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Eds). Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal. Funep, 2006. 402 p.

COSKUN, B.; KELES, G.; INAL, F.; ALATAS, S.; ATES, S. **Dry matter production and nutritive value of cereal species harvested at boot or dough stage of maturity**. Scientific Papers. Series D. Animal Science, Oxford, v. 52, 2014. p 85-89.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **A cultura do triticale**. Disponível em: [www.cnpt.embrapa.br/culturas](http://www.cnpt.embrapa.br/culturas) Acesso em: 24 abr. 2013.

FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; NASCIMENTO JUNIOR, A. do; MINELLA, E.; CAIERÃO, E. **Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem ou grãos**. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 38, n.11. p. 2116-2120, 2009.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.(Eds) **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul brasileira**. Brasília, Embrapa, 2012. 544 p.

IANNUCCI, A.; PIZZILLO, M.; ANNICCIARIARICO, G.; FRAGASSO, M.; FEDELE, V. **Dynamics of accumulation and portioning of dry matter and fructo-oligosaccharides in plant fractions of forage cereals**. Experimental Agriculture, Cambridge University Press, 2015. 15 p.

KHORASANI, G. R. ; JEDEL, P. E. ; HELM, J. H. ; KENNELLY, J.J. **Influence of stage of maturity on yield components and chemical composition of cereal grain silages**. Canadian Journal of Animal Science, Columbia, v. 77, n. 2, p. 259-267, 1997.

MINELLA, E.; PEREIRA, P. R. V. da S. **BRS Marciana**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cevada/arvore/CONT000fz2z4r3902wx5ok0ejlyhd dxq3d69.html>> Acesso em: 07 jun. 2015.

MIROSAVLJEVIĆ, M.; PRŽULJ, N.; MOMČILOVIĆ, V.; HRISTOV, N.; MAKSIMOVIĆ, I. **Dry matter accumulation and remobilization in winter barley as affected by genotype and sowing date**. Genetika, Novi Sad, v. 47, n. 2, p. 751-763, 2015.

SANTOS, P. R. R. dos; OLIVEIRA, P. S. R. de; COSTA, A. C. T da; FERREIRA, D. T. L.; FRANCO, F. de A. **Trigo de duplo propósito no sistema integrado de produção agropecuária**. Journal of Agronomic Sciences, Umuarama, v. 4, p. 107-120, 2015.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

ZHANG, J.; CHEN, W.; DELL, B.; VERGAUWEN, R.; ZHANG, X.; MAYER, J. E.; VAN DEN ENDE, W. **Wheat genotypic variation in dynamic fluxes of WSC components in different stem segments under drought during grain filling**. Front Plant Science, Lausanne, v. 6, p. 624, 2015.

## **NIR TECHNOLOGY, YIELD AND NUTRITIONAL VALUE OF WINTER CEREALS FOR SILAGE**

**ABSTRACT** - Winter cereals are cultivated in order to produce grain for food and feed, green forage and haylage for cattle. The objectives of this study are to analyze the production and chemical characteristics bromatological of winter cereal forages. The factorial arrangement of treatments 5 x 2 (5 cultivars and two cutting heights - low 7-10 cm and 20 cm from the soil surface) harvested when the grain was at the dough stage. Genetic materials tested were rye, wheats, triticale, barley, and oat. The experimental design was a randomized complete block design with four replications. The analysis carried out to forage, BRS Centauro showed oat forage yield higher than the other genotypes. Barley BRS Aliensa stood out for digestibility dry matter (DMD) and crude protein (CP) for the two tested cutting heights. BRS Pastoreio wheat had lower NDF concentration than BRS Serrano rye. This demonstrates the benefits of stubble height for maintaining dry matter (DM) in soil cover (no-tillage system).

**KEYWORDS:** Biomass; Production forage; Infrared reflectance.

# USO DE INDICES DE VEGETAÇÃO NA MODELAGEM DA PRODUTIVIDADE DA SOJA NO SUL DO ESTADO DO TOCANTINS

**Roberto de Oliveira Santos**

[lattes.cnpq.br/5661385812702152](https://lattes.cnpq.br/5661385812702152)

Universidade Federal do Tocantins,  
Gurupi - Tocantins

**Saulo de Oliveira Lima**

[lattes.cnpq.br/5066832015493062](https://lattes.cnpq.br/5066832015493062)

Universidade Federal do Tocantins,  
Gurupi - Tocantins

**Jacinto Pereira Santos**

[lattes.cnpq.br/2776243556874187](https://lattes.cnpq.br/2776243556874187)

Universidade Federal do Tocantins,  
Gurupi - Tocantins

**RESUMO** - A identificação precoce dos indicadores de produtividade das culturas pode ajudar a aumentar o rendimento e o lucro. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar modelos de regressão linear para a predição da produtividade da cultura da soja, a nível regional, utilizando índices de vegetação obtidos por imagens de sensores orbitais. Amostras de plantas foram coletas em propriedades da região sul do estado do Tocantins e, posteriormente, em laboratório foram determinadas suas produtividades. Estas áreas foram demarcadas com

o auxílio de um aparelho GPS. Os índices de vegetação foram gerados com o auxílio do SIG Qgis® e obtidos os índices NDVI, SAVI, NDWI e EVI2. Os dados de produtividade foram utilizados para a realização de correlações e regressões com os dados dos índices de vegetação. Para verificar se os modelos propostos foram adequados para descrever a produtividade, analisou-se o  $R^2$ . Os valores dos índices de vegetação da safra 2015/2016 teve uma maior variabilidade em relação à safra 2016/2017, que pode ser explicado pela distribuição pluviométrica irregular nessa safra. Os modelos de regressão linear múltiplas tiveram coeficientes de determinação superiores a 71%. E os modelos produzidos com dados conjuntos das duas safras, o  $R^2$  alcançou valores superiores a 62%, o que demonstra a importância do aspecto temporal na previsão de safras.

**PALAVRAS-CHAVE:** Atributos do solo; Previsão de safra; Sensoriamento remoto.

## 1. INTRODUÇÃO

A produção de grãos tem uma importância relevante na economia brasileira, e vem crescendo bastante

nas regiões norte e nordeste, principalmente com a cultura da soja. Deste modo, o Tocantins é uma fronteira agrícola promissora na produção de grãos, com mais de 13 milhões de hectares aptos para agricultura (BORGHI, 2012).

E para permitir que decisões sejam tomadas com maior probabilidade de acertos tanto no que se refere à gestão territorial, quanto no que se relaciona a administração de empresas rurais, a determinação de parâmetros na produção deve ser obtida previamente a colheita (MELO *et al.*, 2008). Ou seja, saber onde está plantada e quanto vai produzir determina mudanças nas áreas social, econômica e ambiental (MERCANTE *et al.*, 2010).

Assim, a detecção precoce e a gestão dos problemas associados aos indicadores de rendimento das culturas podem ajudar a aumentar o rendimento e o lucro subsequente (PANDA *et al.*, 2010). Neste princípio, a utilização de técnicas de sensoriamento remoto, tem sido um dos principais focos de interesse na previsão de safras (MOREIRA E RUDORFF, 2002). De modo que, os sensores orbitais trouxeram substancial incremento às aplicações do sensoriamento remoto na agricultura, principalmente no estudo da variabilidade espacial no rendimento das culturas.

O forte contraste de absorção e espalhamento das bandas vermelha e infravermelha podem ser combinadas em diferentes índices quantitativos das condições de vegetação. Estas combinações matemáticas e quantitativas são conhecidas como os índices de vegetação (PANDA *et al.*, 2010). Logo, estes indicadores podem auxiliar na estimativa de safras.

Vários autores desde a década de 90 têm utilizado de índices de vegetação para tentar correlacioná-los a produtividade das culturas (GOPALAPILLAI E TIAN, 1999; PANDA *et al.*, 2010; MERCANTE *et al.*, 2010; BERTOLIN *et al.*, 2017). Assim, Gopala Pillai e Tian (1999), obtiveram coeficientes de correlação que variaram de 0,13 a 0,98 para prever o rendimento de milho de um estudo em nove campos diferentes e em dois anos diferentes. Bertolin *et al.* (2017), também estudando a predição da produtividade do milho, em sistema irrigado, obteve coeficientes de correlação nos valores de 0,34 a 0,81. O que mostra uma influência considerável na determinação da produtividade e a necessidade de conhecer a relação dos variados índices de vegetação para cada tipo de cultura. No entanto, em geral, os campos cultivados não estão em condições controladas e a determinação da produtividade se faz necessário um bom modelo de predição.

A princípio os modelos se fundamentavam em uma data em que se tinha a maior relação da biomassa e a produtividade de uma determinada cultura (RUDORFF e BATISTA, 1990), mas, atualmente passou a ser o monitoramento e acompanhamento ao longo do ciclo da cultura (MELO *et al.*, 2008).

Melo *et al.* (2008), obteve bons resultados estudando um modelo agro meteorológico, mas nem sempre é fácil obter tais dados em algumas regiões do Brasil. Assim, modelos mais simples se faz necessário, tais como

modelos que consideram somente dados espectrais da cultura (MERCANTE *et al.*, 2010).

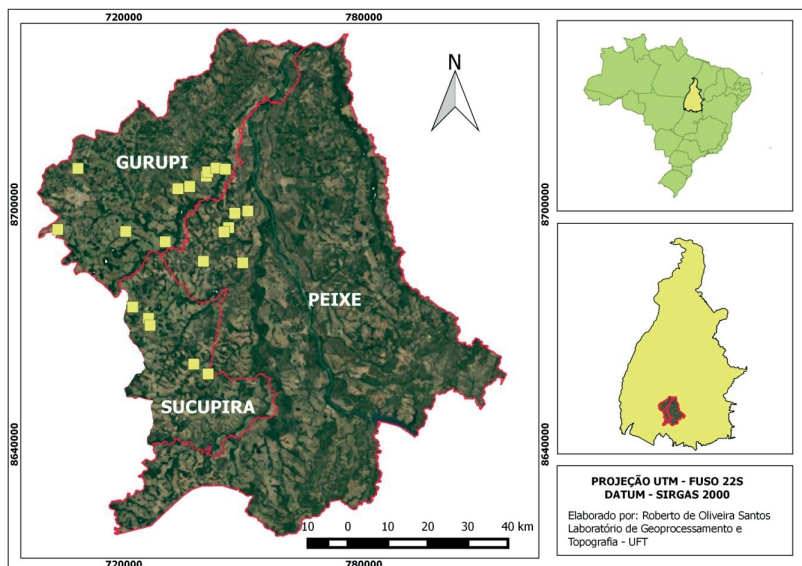
Dentro deste contexto, onde destaca-se o desenvolvimento de novas técnicas para o acompanhamento e planejamento da cultura, na tomada de decisões e como principal foco a cultura da soja, este trabalho teve como objetivo avaliar modelos de regressão linear para a predição da produtividade da cultura da soja, a nível regional, utilizando índices de vegetação obtidos por imagens de sensores orbitais da região sul do estado do Tocantins.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo abrangeu os municípios de Gurupi, Peixe e Sucupira, localizados ao sul do Estado do Tocantins. Apresenta relevo plano a ondulado, altitude média de 280m e clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw Cerrado ou Savana tropical, onde apresenta moderada deficiência hídrica com inverno seco e verão chuvoso. Na região ocorre precipitação média anual de 1.500 mm, sendo dezembro e janeiro os meses com maior pluviosidade e o mês de julho o mais seco. (SEPLAN,2015).

Inicialmente, foi solicitado a produtores de soja nos municípios mencionados acima, o acompanhamento das colheitas nas safras 2015/2016 e 2016/2017. Ao todo, obteve-se a autorização da coleta de amostras em 20 propriedades (Figura 1). Uma área amostral de 1 ha, por cultivar semeada, foi definido para a coleta de amostras em cada propriedade. Logo, estas áreas foram demarcadas com o auxílio de um aparelho GPS de navegação, marca Garmin® modelo Etrex Legend HCX. Após a demarcação, foram coletados dois metros lineares de plantas em ponto de colheita, com cinco repetições, e embaladas para posterior análise de produtividade no laboratório de sementes da Universidade Federal do Tocantins, Campus Gurupi. No laboratório as amostras de soja foram trilhadas e quantificado o rendimento a 13 % de umidade. Assim, os dados de produtividade foram utilizados para a realização de correlações e regressões com os dados dos índices de vegetação oriundos das imagens de satélites, conforme Mercante *et al.* (2010).

**Figura 1:** Localização das propriedades produtoras de soja utilizadas no estudo, anos 2016/2017



Além dos trabalhos realizados em campo, também foram entrevistados os técnicos/proprietários, à fim de identificar espaçamento entre linhas, datas de semeadura e cultivar plantada, durante a coleta das amostras de soja.

As imagens utilizadas no levantamento foram obtidas pelo b sensor MSI (Multispectral instrument) com 13 bandas espectrais, a bordo do satélite Sentinel-2A, com resolução espacial de 10 metros e resolução temporal de 16 dias. As datas escolhidas foram as relacionadas com época próxima a semeadura, entre novembro e dezembro, e ao máximo estágio vegetativo da soja, entre fevereiro e março, das safras em estudo. Se porventura as imagens apresentassem nuvens sobre a propriedade rural, essas eram imediatamente eliminadas do processamento, pois este fato poderia inviabilizar a análise das imagens e a modelagem da equação de produtividade (BERTOLIN *et al.*, 2017). As imagens foram adquiridas gratuitamente na página eletrônica do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), disponível no site: <https://earthexplorer.usgs.gov/>, que são ortorretificadas e com correção atmosférica.

Os índices de vegetação foram gerados com o auxílio do SIG Qgis®. Onde, após o pré-processamento, foram realizadas as operações algébricas entre as bandas para obtenção dos índices de vegetação (NDVI, SAVI, NDWI e EVI2), conforme as seguintes equações:

$$NDVI = \frac{IVP - V}{IVP + V} \quad (1)$$



$$SAVI = \frac{(1+L) \cdot (IVP - V)}{IVP + V + L} \quad (2)$$

$$NDWI = \frac{Verde - IVP}{Verde + IVP} \quad (3)$$

$$EVI2 = 2,4 * \frac{(IVP - V)}{(IVP + V + 1)} \quad (4)$$

Em que: NDVI é o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada; SAVI é o Índice de Vegetação Ajustado ao Solo; NDWI é o Índice de Umidade por Diferença Normalizada; EVI2 é o índice de vegetação realçado; (IVP, V, Verde) são as bandas espectrais e L é o fator de ajuste para minimizar os efeitos que o solo pode acarretar no sinal da vegetação.

Para esse estudo considerou-se o L igual a 0,5 (JENSEN, 2009; BAIG *et al.*, 2014; CAMPOS *et al.*, 2016; TOUREIRO *et al.*, 2016).

As áreas amostrais de campo foram vetorizadas para que fossem usados somente os pixels que se encontravam dentro delas. Assim, foi possível obter as médias da diferença temporal (IV dif.temp.) entre o índice de vegetação próximo ao ponto máximo vegetativo (IV max.veg.) e a semeadura (IV semeadura), para cada amostra. Conforme equação a seguir:

$$IV_{dif.temp.} = IV_{max.veg.} - IV_{semeadura} \quad (5)$$

A partir dos dados processados, foram realizadas análises de correlação e regressão entre dados de produtividade (variável predita) e dados espectrais (variável preditora) oriundos dos índices de vegetação. Essas análises tiveram o objetivo de determinar a porcentagem de explicação dos índices de vegetação sobre a produtividade da cultura da soja, assim como verificar se houve diferença na explicação da produtividade da soja por meio dos índices de vegetação calculados (MERCANTE *et al.*, 2010; BERTOLIN *et al.*, 2017).

Para verificar se os modelos propostos foram adequados para descrever a produtividade, analisou-se o  $R^2$ , seguido dos pressupostos da análise de regressão, ou seja, a significância dos coeficientes. Os procedimentos estatísticos foram averiguados no programa WEKA (WITTEN E FRANK, 2005). Posteriormente calculou-se o RMSE - Raiz do Erro Quadrático Médio (BOLTON E FRIEDL, 2013).

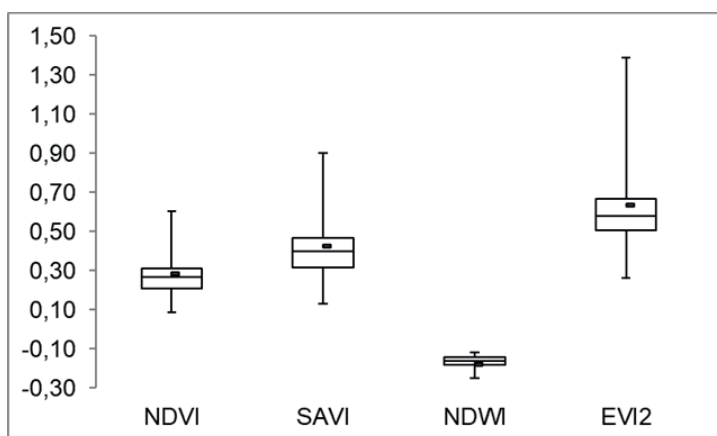
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 2 e 3 são apresentadas a estatística descritiva (Boxplot) dos índices médios de vegetação NDVI, SAVI, NDWI, e EVI2 nas 20 propriedades estudadas para as safras 2015/2016 e 2016/2017. Na Figura 2 é possível verificar que o NDWI apresenta menor variabilidade frente aos demais índices, apresentando valor mínimo e máximo de -0,247 e -0,118. Isso

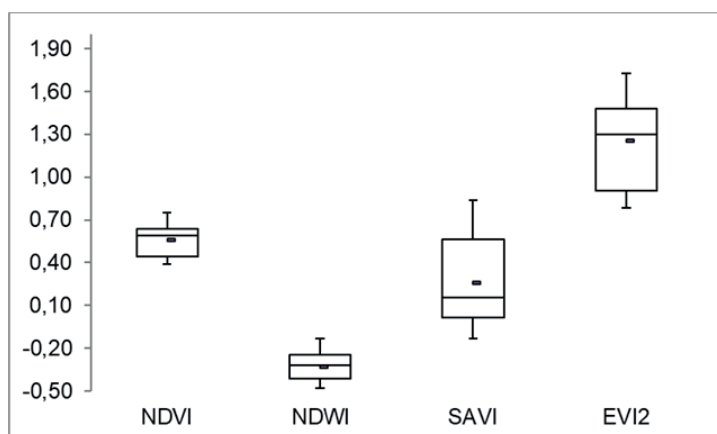
mostra que este índice foi menos sensível às mudanças da vegetação. Logo, o índice mais sensível as mudanças de vegetação para a safra 2015/2016 foi o EVI2, com valores mínimo e máximo de 0,264 e 1,387.

Para a safra 2016/2017, observa-se na estatística descritiva (Boxplot) dos índices médios de vegetação, que a maior variabilidade na mudança da vegetação ocorreu para os índices SAVI e EVI2. Os valores mínimos e máximos foram 0,148 e 0,269 para o SAVI e 0,121 e 0,248 para o EVI2, respectivamente.

**Figura 2:** Estatística descritiva (Boxplot) dos índices médios de vegetação NDVI, SAVI, NDWI, e EVI2 nas 20 propriedades estudadas para a safra de 2015/2016

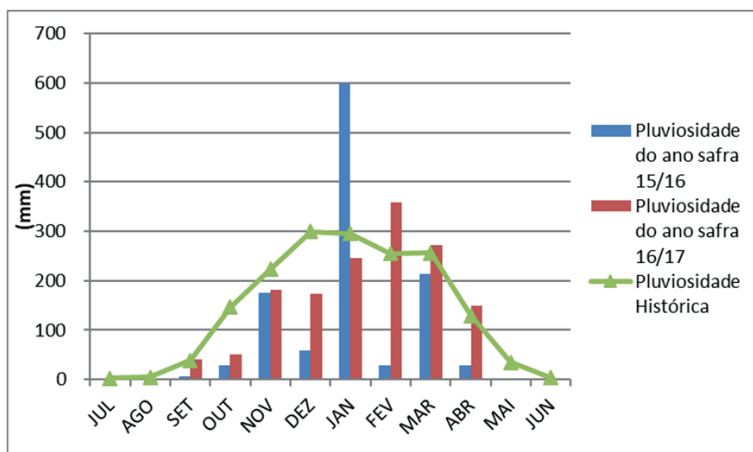


**Figura 3:** Estatística descritiva (Boxplot) dos índices médios de vegetação NDVI, SAVI, NDWI, e EVI2 nas 20 propriedades estudadas para a safra de 2016/2017



Para os valores dos índices de vegetação das safras em estudo, nota-se uma variabilidade maior destes na safra 2015/2016, comparado a safra 2016/2017. Isso pode ser explicado pela distribuição pluviométrica irregular nessa safra, pois nos meses de outubro a dezembro de 2015, a precipitação acumulada ficou abaixo do normal da série histórica por influência do fenômeno atmosférico cíclico conhecido por El Niño (Figura 4).

**Figura 4:** Precipitação acumulada mensal para a região do estudo nas safras 2015/2016, 2016/2017 e média histórica



Fonte: OLIVEIRA FILHO (2015 – 2017)

E em fevereiro de 2016, ocorreram duas situações de bloqueio atmosférico, devido à presença de uma forte massa de ar quente e seca, que inibiu a entrada de umidade na região sul do Tocantins, circunstâncias que culminou em veranicos (SILVA JUNIOR, 2016). Assim, essa conjuntura climatológica levou os produtores dessa região a estender o plantio até 28 dezembro de 2015, com uma grande ocorrência de replantios. Consequentemente, ao se coletar as imagens próximas ao plantio e do estágio de máximo vegetativo da cultura da soja na região estudada, estas estavam em variados estágios fenológicos, ocasionando assim, essa maior variabilidade dos índices de vegetação. Já na safra 2016/2017, apesar do acumulado nos meses de outubro a dezembro de 2016 serem abaixo da média histórica, a precipitação durante toda safra foi regular e garantiu o plantio da soja nessa região dentro da janela, ou seja, no período de 01 de novembro a 15 de dezembro, com concentração de plantios no período de 15 de novembro a 15 de dezembro.

Na Tabela 1, apresentam-se os modelos utilizando regressão linear simples e múltipla, obtidos entre os valores médios da diferença temporal dos índices de vegetação NDVI, SAVI, NDWI e EVI2, e os dados de produtividade

de áreas produtoras de soja do sul do Tocantins na safra 2015/2016. Nota-se que entre os modelos de regressão linear simples, os índices analisados apresentaram valores de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) similares, com destaque para o EVI2, que obteve o melhor valor com  $R^2 = 57,7\%$ . Isso quer dizer que para o modelo produzido a partir do índice EVI2, 42,3 % da produtividade da soja, para este ano safra nas propriedades pesquisadas, está relacionado a outros fatores que não somente este índice.

**Tabela 1:** Modelos de regressão linear simples e múltipla entre os valores médios da diferença temporal dos índices de vegetação NDVI, SAVI, NDWI, e EVI2, e produtividade (Sc/ha) da soja de 20 propriedades do sul do Tocantins na safra 2015/2016

Modelo	$R^2$	Person	RMSE
Prod = 20,23 x NDVIdif + 84,06 x NDWIdif + 33,51 x EVI2dif + 25,49	77,3*	0,88	3,66
Prod = 39,40 x NDVIdif + 26,65	53,5*	0,73	4,09
Prod = 26,27 x SAVIdif + 26,65	53,1*	0,73	4,09
Prod = -64,45 x NDWIdif + 26,67	48,6*	0,70	4,28
Prod = 19,59 x EVI2dif + 25,46	57,7*	0,76	3,88

\*significativo a 5 % pelo teste F.

Comparando os modelos de regressão linear simples e o modelo de regressão linear múltipla, o último obteve maior coeficiente de determinação,  $R^2 = 77,3\%$ , demonstrando que a associação dos índices de vegetação pode gerar um modelo com coeficiente de determinação superior aos modelos simples e assim relacionar com maior ênfase a produtividade da cultura da soja na região de estudo.

O coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) para os modelos determinados foram fortemente positivos, valores acima de 0,73, de acordo com a escala definida por Figueiredo Filho e Silva Júnior (2009). Logo, a produtividade da soja nessa região tem alto grau de dependência dos índices de vegetação usados no estudo. Outra forma de determinar o grau de precisão de um modelo é o RMSE. Onde Bertolin (2017), descreve como o resultado da falta de precisão de uma medida e quanto menor é o seu valor, melhor é a habilidade do modelo em fazer previsões. Assim, o valor de 3,66 para o modelo de regressão linear múltipla, o coloca como melhor modelo dentre os demais para a safra 2015/2016.

Para a safra 2016/2017, também foram gerados os mesmos modelos de regressão linear para os índices de vegetação versus a produtividade das propriedades produtoras de soja da mesma região de estudo da safra 2015/2016 (Tabela 2). Nesta, o modelo de regressão linear múltipla, também se destacou dos demais com coeficiente de determinação de 71,38%, coeficiente de correlação de Pearson de 0,84 e RMSE igual a 5,12.

**Tabela 2:** Modelos de regressão linear simples e múltipla entre os valores médios da diferença temporal dos índices de vegetação NDVI, SAVI, NDWI, e EVI2, e a produtividade (Sc/ha) da soja de 20 propriedades do sul do Tocantins na safra 2016/2017

Modelo	R <sup>2</sup>	Person	RMSE
Prod = 22,71 x NDVIDif - 42,72 x NDWIdif + 21,78 x SAVIdif - 11,09 x EVI2dif + 44,56	71,4*	0,84	5,12
Prod = 67,73 x NDVIDif + 24,79	51,4*	0,72	6,67
Prod = 26,8 x SAVIdif + 56,13	63,4*	0,79	5,79
Prod = -66,42 x NDWIdif + 41,48	38,7*	0,62	7,49
Prod = 23,82 * EVI2dif + 33,25	47,9*	0,69	6,91

\*significativo a 5 % pelo teste F.

Comparando somente os modelos de regressão linear simples, o índice que se destacou para esta safra foi o SAVI, com valores do coeficiente de determinação igual a 63,4%, coeficiente de correlação de Pearson de 0,79 e RMSE igual a 5,79. Contudo, conferindo o grau de variação do coeficiente de determinação das duas safras, observa-se que o NDVI variou menos que os demais índices de vegetação. Uma vez que, os índices SAVI, NDWI e EVI2 tiveram variação em torno de 10%. Logo, o índice NDVI usado separadamente para a modelagem da produtividade da soja na região de estudo, não divergiu demasiadamente. Seja para uma safra com condição climatológica boa ou ruim.

Na Tabela 3, apresentam-se os modelos para os índices de vegetação NDVI, SAVI, NDWI, e EVI2 com dados conjuntos das duas safras estudadas, para 20 propriedades da região sul do Tocantins. E, com 88,8% de explicação da variabilidade da produtividade da cultura da soja, o maior valor de R<sup>2</sup> apresentado pelas variáveis dos índices de vegetação foi para o modelo de regressão linear múltipla com os índices NDVI, NDWI e SAVI. Com isso, percebe-se que a utilização dos índices de vegetação conjuntamente, para as safras de 2015/2016 e 2016/2017, o coeficiente de determinação apresentou maior valor quando se utilizado os dados separadamente. O mesmo aconteceu para os modelos de regressão linear simples, que superou R<sup>2</sup> = 62%, r = 0,79 e RMSE < 9,15.

**Tabela 3:** Modelos de regressão linear simples e múltipla entre os valores médios da diferença temporal dos índices de vegetação NDVI, SAVI, NDWI, e EVI2, e a produtividade (Sc/ha) da soja de 20 propriedades do sul do Tocantins das safras 2015/2016 e 2016/2017 juntas

Modelo	R <sup>2</sup>	Person	RMSE
Prod = 48,51 x NDVI <sub>dif</sub> - 5,55 x NDWI <sub>dif</sub> + 15,52 x SAVI <sub>dif</sub> + 29,52	88,8*	0,94	5,00
Prod = 77,08 x NDVI <sub>dif</sub> + 17,98	80,3*	0,90	6,62
Prod = 40,21 x SAVI <sub>dif</sub> + 49,42	69,1*	0,83	8,30
Prod = -30,01 x NDWI <sub>dif</sub> + 52,3	62,5*	0,79	9,15
Prod = 33,07 x EVI2 <sub>dif</sub> + 19,65	78,7*	0,89	6,89

\*significativo a 5 % pelo teste F.

Como observado anteriormente, todas as análises das correlações e regressões dos índices de vegetação versus a produtividade apresentaram a mesma tendência, com melhores resultados, quando considerado as regressões lineares múltiplas e dados conjuntos das duas safras do estudo, indicando que o monitoramento temporal da cultura, traduzido pelos índices NDVI, SAVI, NDWI e EVI2 nas 20 propriedades do sul do Tocantins, pôde explicar grande parte da variabilidade da produtividade da soja. Resultados semelhantes foram encontrados por Mercante *et al.* (2010), que ao analisar a relação dos índices de vegetação NDVI e GVI e a produtividade da soja em 36 municípios do Paraná, obtiveram melhor resultado para regressões lineares múltiplas com R<sup>2</sup> = 80,2% e quando determinado o modelo de regressão linear simples, a melhor resposta foi R<sup>2</sup> = 56% para o índice NDVI. Outros autores que também trabalharam com o NDVI em relação a produtividade da cultura da soja, foram Ma *et al.* (2001) que obtiveram coeficiente de determinação de 80%.

Quando considerado outras culturas, Rissini *et al.* (2015), obtiveram coeficiente de determinação superiores a 90%, trabalhando com NDVI para explicar a produtividade do trigo. Bertolin *et al.* (2017) analisando os índices NDVI, SAVI e NDWI para determinar a produtividade da cultura do milho irrigado, conseguiram R<sup>2</sup> igual a 81%, 35% e 46%, respectivamente. Nogueira *et al.* (2018), avaliando a relação dos índices de vegetação e a produtividade do café, atingiram coeficientes de determinação de 73% para o ano de baixa produtividade e 81% para o ano de alta produtividade, usando o NDVI. Quando analisado o índice SAVI, o R<sup>2</sup> foi de 44% e 88%, para os anos de baixa e alta produtividade, respectivamente. E o NDWI, o R<sup>2</sup> ficou em 70% para o ano de baixa produtividade e 79% para o ano de alta produtividade. Assim, nessa pesquisa, foram encontrados valores que corroboram ou se assemelham aos resultados dos autores mencionados, apesar das culturas estudadas serem plantas com arquiteturas diferentes.

#### 4. CONCLUSÕES

Os quatro índices de vegetação estudados apresentaram resultados  $R^2$  medianos quando analisados separadamente, e a utilização de regressões múltiplas propiciou melhores modelos de previsão da produtividade da soja na região estudada.

Quando produzido modelos com dados conjuntos das duas safras, o  $R^2$  alcançou valores superiores a 62%, o que demonstra a importância do aspecto temporal da previsão da produtividade nos modelos propostos.

#### REFERÊNCIAS

BAIG, M.H.A.; ZHANG, L.; TONGA, QI. **Derivation of a tasseled cap transformation based on Landsat 8 at- satellite reflectance**. Remote Sensing Letters. v.5. p.423-431. 2014.

BERTOLIN, N.O.; FILGUEIRAS, R.; VENANCIO, L.P.; MANTOVANI, E.C. **Predição da produtividade de milho irrigado com auxílio de imagens de satélite**. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v.11, nº.4, p.1627-1638, 2017.

BOLTON, D.K.; FRIEDL, M.A. **Forecasting crop yield using remotely sensed vegetation indices and crop phenology metrics**. Agricultural and Forest Meteorology, v.173, p.74–84, 2013.

BORGHI, E. **Estado-da-arte da agricultura e pecuária do estado do Tocantins**. Embrapa- Cnpasa, Palmas-TO, 2012. 55p.

CAMPOS, I.; GONZÁLEZ-PIQUERAS, J.; CARRARA, A.; VILLODRE, J.; CALERA, A. **Estimation of total available water in the soil layer by integrating actual evapotranspiration data in a remote sensing-driven soil water balance**. Journal of Hydrology, v.534, p.427-439, 2016.

FIGUEIREDO FILHO, D.B.; SILVA JÚNIOR, J.A. **Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Pearson (r)**. Revista Política Hoje, v.18, n.1, p.115-146, 2009.

GOPALAPILLAI, S.; TIAN, L. **In-field variability detection and yield prediction in corn using digital aerial imaging**. Trans. ASAE, v.42, p.1911-1920, 1999.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. 2ª ed., São José dos Campos: Parêntese, 2009. 585p.

MA, B.L.; DWYER, L.M.; COSTA, C.; COBER, E.R.; MORRISON, M.J. **Early prediction of soybean yield from canopy reflectance measurements**. Agronomy Journal, Madison, v.93, p.1227- 1234, 2001.

Melo, R.W.; FONTANA, D.C.; BERLATO, M.A.; DUCATI, J.R. **An agrometeorological spectral model to estimate soybean yield, applied to southern Brazil**. International

Journal of Remote Sensing, v.29, n.14, p.4013 - 4028, 2008.

MERCANTE, E.; LAMPARELLI, R.A.C.; URIBE-OPAZO, M.A.; ROCHA, J.V. **Modelos de regressão lineares para estimativa de produtividade da soja no oeste do paraná, utilizando dados espectrais**. Revista Engenharia Agrícola, v.30, n.3, p.504-517, 2010.

MOREIRA, M.A; RUDORFF, B.F.T. **Sensoriamento remoto aplicado a agricultura**. Inpe: São José dos Campos-SP. 20p. 2002.

NOGUEIRA, S.M.C.; MOREIRA, M.A.; VOLPATO, M.M.L. **Relationship between coffee crop productivity and vegetation indexes derived from oli / landsat-8 sensor data with and without topographic correction**. Revista Engenharia Agrícola, v.38, n.3, p.387-394, 2018.

OLIVEIRA FILHO, J.C. **Boletim Agrometeorológico de Gurupi-TO** [mensagem pessoal]. Mensagens recebidas mensalmente por <jair@uft.edu.br> em julho,2015 – agosto,2017.

PANDA, S.S.; AMES, D.P.; PANIGRAHI, S. **Application of vegetation indices for agricultural crop yield prediction using neural network techniques**. Remote Sensing v.2, p.673-696, 2010.

RISSINI, A.L.L.; KAWAKAMI, J.; GEN , A.M. ** ndice de Vegetação por Diferença Normalizada e Produtividade de Cultivares de Trigo Submetidas a Doses de Nitrogênio**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.39, p.1703-1713, 2015.

RUDORFF, B.F.T.; BATISTA G.T. **Yield estimation of sugarcane based on agrometeorologicalspectral models**. Remote Sensing of Environment, v.33, p.183-192, 1990.

SEPLAN - Secretaria de Planejamento. Diretoria de pesquisa e Informações econ micas. **Perfil socioecon mico dos municípios: Gurupi-TO**. Palmas, 2015. 38p. Disponível em: <<https://central3.to.gov.br/arquivo/250041>>. Acesso em: 20 Jan 2018.

SILVA JÚNIOR, J.L.C. **Relato Técnico-Científico: Avaliação parcial das condições pluviométricas no Estado do Tocantins, durante o período chuvoso 2015/2016**. Núcleo Estadual de Meteorologia e Recursos Hídricos – UNITINS, Palmas, 2016. 22p.

TOUREIRO, C.; SERRALHEIRO, R.; SHAHIDIAN, S.; SOUSA, A. **Irrigation management with remote sensing: Evaluating irrigation requirement for maize under Mediterranean climate condition**. Agricultural Water Management, v.184, p.211-220, 2016.

WITTEN, I. H; FRANK, E. **Data Mining: Pratical machine learning tools and techniques**. Elsevier, 2005. 525p.



## USE OF VEGETATION INDICES IN THE MODELING OF SOYBEAN PRODUCTIVITY IN THE SOUTH OF THE STATE OF TOCANTINS

**ABSTRACT** – Early identification of crop productivity indicators can help increase yield and profit. Thus, the objective of this study was to evaluate linear regression models for the prediction of soybean crop yield at regional level, using vegetation indices obtained by images of orbital sensors. Plant samples were collected in properties of the southern region of the state of Tocantins and, subsequently, in the laboratory, their yields were determined. These areas were demarcated with the aid of a GPS device. The vegetation indexes were generated with the aid of the Qgis ® GIS and the indexes NDVI, SAVI, NDWI and EVI2 were obtained. The productivity data were used to perform correlations and regressions with the data of vegetation indices. To verify whether the proposed models were adequate to describe the productivity, the  $R^2$  was analyzed. The values of the vegetation indices of the 2015/2016 crop had a greater variability in relation to the 2016/2017 crop, which can be explained by the irregular rainfall distribution in this crop. The multiple linear regression models had determination coefficients higher than 71%. And the models produced with joint data from the two harvests, the  $R^2$  reached values higher than 62%, which demonstrates the importance of the temporal aspect in the prediction of crops.

**KEYWORDS:** Vegetation index; Crop forecast; Linear regression.

# ABORDAGEM CIRÚRGICA EM BEZERROS COM ONFALITE

**André Giarola Boscarato**

[lattes.cnpq.br/3433441475132554](https://lattes.cnpq.br/3433441475132554)

Programa de Pós-graduação em  
Ciência Animal com ênfase em  
bioativos, Universidade Paranaense  
– UNIPAR

**William Del Conte Martins**

[lattes.cnpq.br/2214662214784289](https://lattes.cnpq.br/2214662214784289)

Programa de Pós-graduação em  
Ciência Animal com ênfase em  
bioativos, Universidade Paranaense  
– UNIPAR

**Filipe Correa Pacheco**

[lattes.cnpq.br/1035025271988225](https://lattes.cnpq.br/1035025271988225)

Programa de Pós-graduação em  
Ciência Animal com ênfase em  
bioativos, Universidade Paranaense  
– UNIPAR

**Salviano Tramontin Belettini**

[lattes.cnpq.br/9507957295151492](https://lattes.cnpq.br/9507957295151492)

Programa de Pós-graduação em  
Ciência Animal com ênfase em  
bioativos, Universidade Paranaense  
– UNIPAR

**Ana Maria Quessada**

[lattes.cnpq.br/6606231521367871](https://lattes.cnpq.br/6606231521367871)

Programa de Pós-graduação em  
Ciência Animal com ênfase em  
bioativos, Universidade Paranaense  
– UNIPAR

**Luiz Romulo Alberton**

[lattes.cnpq.br/3800644716976971](https://lattes.cnpq.br/3800644716976971)

Programa de Pós-graduação em  
Ciência Animal com ênfase em  
bioativos, Universidade Paranaense  
– UNIPAR

**RESUMO** - Os distúrbios umbilicais são doenças mais comuns que afetam bezerros. o diagnóstico e tratamento precoces são importantes, podendo ser utilizado um tratamento conservador, e o uso de antibiótico não se resolve bem nesses casos. O tratamento cirúrgico alcança melhores resultados, objetivando a remoção completa das estruturas afetadas, sendo o método mais adequado para o tratamento dessas doenças. Este trabalho tem como objetivo relatar um estudo de 30 casos de onfalite, dos quais 15 animais foram tratados conservadoramente e 15 submetidos ao tratamento cirúrgico, nos bezerros atendidos na rotina do HV da Unipar durante os anos de 2002 e 2018. Ao exame físico, os animais apresentavam febre, apatia,

hiporexia ou anorexia e aumento do volume umbilical, geralmente associado a secreção purulenta, tendo alguns animais apresentando complicações como sepse e artrite. Entre os animais tratados cirurgicamente, 13 (86, 66%) sobreviveram, enquanto entre os tratados clinicamente, apenas 7 (46, 67%) sobreviveram. Os sinais clínicos apresentados por todos os animais examinados eram característicos de onfalite, apresentando secreção purulenta em apenas 60% dos casos. No grupo tratado com cirurgia, a taxa de sobrevivência foi de 86, 66% (13/15 dos animais), e no grupo tratado com antibióticos, foi de 46, 66% (7/15 dos animais). Em outro estudo, a sobrevida foi maior em bezerros submetidos à cirurgia para tratamento de onfalite, recomendando o tratamento apenas com antibiótico nos casos de onfalite. No Canadá foi observado aumento de sobrevida ao comparar duas técnicas cirúrgicas, encontrando 85% de sobrevida. Porém, isoladamente, a ressecção em bloco, realizada neste estudo, atingiu 100% de sobrevida.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cirurgia; Onfalopatias; Bovinos; Bezerros.

## 1. INTRODUÇÃO

Alterações patológicas nas estruturas umbilicais dos bezerros estão entre as enfermidades mais comuns em neonatos (WEILEAND *et al.*, 2017), especialmente durante o primeiro mês de vida, podendo atingir de 29, 9% (HATHAWAY *et al.*, 1993) até 42,2% dos bezerros (REIS *et al.*, 2009) causando prejuízos de ordem econômica quando não diagnosticados e tratados adequadamente (SEINO *et al.*, 2016). Dentre as enfermidades cita-se a onfalite, termo geral comumente empregado para definir a inflamação e infecção das estruturas externas do umbigo, e que pode ser subclassificada em onfaloflebite, onfaloarterite, onfalouraquite e panvasculite, de acordo com as estruturas afetadas.

Estas inflamações geralmente estão associadas a infecções bacterianas (MADIGAN, 2015). A falta de higiene, negligência nos primeiros cuidados, soluções antissépticas contaminadas, produtos inadequados e ou mal aplicados após o nascimento são fatores predisponentes às afecções umbilicais (RADOSTITS *et al.*, 2002). Podem estar presentes em grande parte dos casos complicações como abscesso hepático, meningoencefalite, poliartrite e septicemia. Portanto, estas infecções têm grande potencial para comprometimento multisistêmico, tornando-se um grave problema sanitário para o rebanho que prejudica o bem-estar e causa perdas econômicas significativas.

O tratamento das afecções umbilicais pode ser conduzido de modo conservativo, entretanto, a utilização de antimicrobianos não apresenta boa resolução dos casos. Melhores resultados são alcançados com o tratamento cirúrgico, objetivando a extirpação completa das estruturas acometidas, sendo o método de eleição para o tratamento dessas enfermidades (RODRIGUES *et al.*, 2010). O objetivo deste trabalho é relatar o estudo retrospectivo de

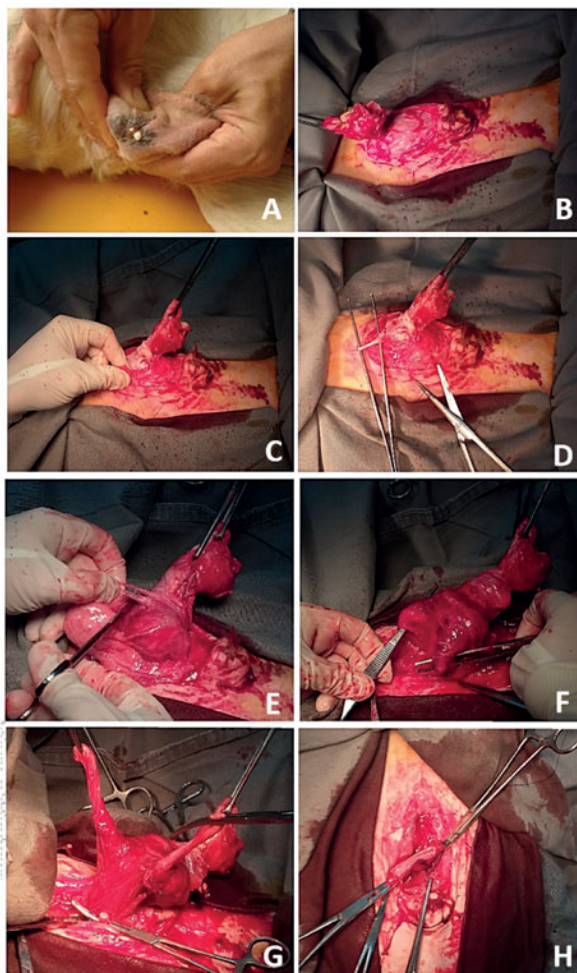
30 casos variados de onfalites, onde 15 animais foram tratados de forma conservadora e 15 foram tratados cirurgicamente.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste estudo, foram utilizados dados referentes a 30 casos de onfalite em bezerros atendidos na rotina do Hospital Veterinário da Unipar durante os anos de 2002 e 2018. Ao exame físico os animais apresentavam febre, apatia, hiporexia ou anorexia e aumento de volume umbilical, geralmente associado com secreção purulenta. Alguns animais apresentavam complicações como sepse e artrite. Naqueles animais com sepse observou-se também a hiperemia dos vasos episclerais, desidratação e apatia severa, e nos animais com artrite, observou-se aumento de volume das articulações, dor à palpação e claudicação. A seleção dos animais para o estudo foi feita de acordo com a autorização, ou não, do proprietário para a realização do procedimento cirúrgico. Aqueles animais em que os proprietários não autorizaram a cirurgia foi instituído um protocolo de tratamento clínico com sulfadoxina e trimetoprima (10 mg/kg; 0,2 mg/kg; IV/SID por 10 dias, Borgal ®)<sup>1</sup> e Flunixin Meglumine (1,1 mg/kg; IV/SID por 5 dias, Banamine ®)<sup>1</sup>. Aqueles animais que apresentavam desidratação, também foi empregada a solução de ringer com lactato de sódio e/ou solução glicofisiológica para restabelecimento do equilíbrio ácido-básico e suporte energético em dosagem adequada para cada caso. Os animais que foram submetidos à cirurgia, após tricotomia da região umbilical, foram sedados com Cloridrato de Xilazina (0,5 mg/kg, Rompum ®)<sup>2</sup> e feita a indução anestésica com Cetamina (2 mg/kg/IV, Dopalen ®)<sup>3</sup> e midazolam (0,22 mg/kg IV, Midazolan®)<sup>4</sup>. A manutenção anestésica foi feita por meio de anestesia inalatória com isoflurano a 1, 5% (Forane ®)<sup>5</sup>. A região cirúrgica foi submetida a antisepsia de rotina com iodo-povidona degermante, álcool 70% e iodo-povidona tópico. Para minimizar a contaminação da ferida cirúrgica, na presença de secreção purulenta (Figura 1A), a abertura do coto umbilical foi ocluída com gaze em tripla camada e sutura em padrão bolsa de tabaco, utilizando fio nylon poliamida 0.45 mm. A abordagem cirúrgica consistiu na incisão peri-umbilical fusiforme da pele e tecido subcutâneo (Figura 1B). Em seguida, uma incisão punctória foi confeccionada com bisturi no aspecto cranial da ferida cirúrgica, próximo à emergência da estrutura umbilical externa (Figura 1C), permitindo a inspeção digital interna quanto a presença de possíveis abscessos e aderências. Na sequência a incisão era ampliada ao redor das estruturas umbilicais. Após o pinçamento da veia umbilical (Figura 1D), era realizada a ligadura da mesma, utilizando fio categute cromado n. 1. Na presença de onfaloflebite, a veia era ressecada tão proximal quanto possível. Já para a abordagem das artérias umbilicais, estas eram dissecadas cuidadosamente da parede da bexiga, do lado direito e esquerdo, e ligadas da mesma forma que a veia umbilical, o mais próximo possível das artérias ilíacas, principalmente se houvesse arterite (Figuras

1E, 1F e 1G). Por fim, com um clamp intestinal do tipo *Doyen*, o fundo da vesícula urinária era separado do úraco (Figura 1H) e a síntese do órgão realizada com fio categut cromado n.0 em padrão simples contínuo, seguido por sutura sobreposta invaginante em padrão *Cushing*.

**Figura 1:** Abordagem cirúrgica para ressecção das estruturas umbilicais em um bezerro apresentando onfalite com envolvimento de artérias e úraco.



**Legenda:** Umbigo com secreção purulenta durante exame físico (A); Incisão periumbilical fusiforme (B); Inspeção digital interna quanto a presença de possíveis abscessos e aderências (C); Identificação da veia umbilical no aspecto cranial da ferida cirúrgica, apresentando involução normal (D); Dissecção romba dos tecidos e isolamento das artérias umbilicais apresentando grande espessamento (E, F, G); Aspecto da porção fúndica da vesícula urinária após ressecção do úraco e demais estruturas umbilicais (H).

Após a ressecção completa da estrutura umbilical, a linha alba era suturada com pontos tipo *Wolf* utilizando fio nylon poliamida 0.60 mm, e no tecido subcutâneo era aplicada uma sutura contínua ancorada com categut cromado n.1. Na pele utilizava-se a sutura simples contínua com fio nylon poliamida 0.45 mm. Para finalizar, um tampão com gaze e unguento à base de óxido de zinco e repelente (cipermetrina) era suturado à pele, com objetivo de evitar a contaminação da ferida cirúrgica. Este tampão era removido após cinco dias e a ferida submetida à limpeza com iodo-povidona tópico e repelente cicatrizante (bacitracina de zinco e repelente- Bactrovet Prata®). Os animais submetidos ao tratamento cirúrgico receberam o mesmo protocolo de tratamento clínico descrito anteriormente para os animais não operados. Para análises estatísticas utilizou-se o teste exato de Fischer no *software* Minitab 17®, O nível de significância adotado foi de 5%.

### 3. RESULTADOS

A taxa de sobrevivência apresentou-se superior para os casos tratados cirurgicamente em relação aqueles submetidos apenas ao tratamento conservador. Dentre os animais operados, 13 (86,66%) sobreviveram, frente apenas 7 (46,67%) daqueles submetidos ao protocolo clínico (Tabela 1).

**Tabela 1:** Taxa de sobrevivência em bezerros com infecção umbilical submetidos ao tratamento cirúrgico ou clínico.

Tratamento	Sobrevivência (N/%)	Óbito (N/%)	Total
Cirúrgico	13 (86, 66)	02 (13,34)	15
Clínico	07 (46, 66)	08 (53,34)	15

Exato de Fisher  $p=0.025$

Com relação à distribuição da infecção pelas estruturas umbilicais verificou-se neste estudo predominância de onfaloflebite, com 18 casos (60%), seguida por onfaloarterite em 7 casos (23,3 %), onfalourquite em 3 (10 %) e panvasculite em 2 (6,7%) casos (Tabela 2).

**Tabela 2:** Distribuição dos casos de onfalite de acordo com as estruturas envolvidas.

Estruturas umbilicais	Casos	%
Veia umbilical (Onfaloflebite)	18	60,0
Artéria umbilical (Onfaloarterite)	7	23,3
Úraco (Onfalourquite)	3	10,0
Mais de uma estrutura acometida (Panvasculite)	2	6,7
Total	30	100

Entre as complicações que os animais apresentaram concomitantes a onfalite, a sepse foi a mais frequente, seguida por poliartrite, presentes em 05 (16,7%) e 3 (10%) casos respectivamente. Abscessos hepáticos estiveram presentes em 2 (6,7%) animais, e meningoencefalite e abscesso peritônio-visceral em 01 (3,3%) animal cada (Tabela 3).

**Tabela 3:** Principais complicações associadas à onfalite observadas em bezerros.

Complicações	N/30	%/100
Abscessos hepáticos	02	6,7
Abscesso peritônio visceral	01	3,3
Poliartrite	03	10,0
Meningoencefalite	01	3,3
Sepse	05	16,7
Total	12/30	40/100

#### 4. DISCUSSÃO

Clinicamente, onfalite é definida como inflamação e infecção de uma ou mais estruturas umbilicais, incluindo artérias, veia, úraco e tecidos adjacentes ao umbigo. Os sinais típicos são dor, aumento de volume da região umbilical, aumento de temperatura e secreção purulenta (STEERFORTH.; VAN WINDEN, 2018). O aumento de volume está relacionado à substituição do endotélio vascular por tecido fibroso, entretanto, não está presente em todos os casos, podendo haver apenas aumento na espessura da parede dos vasos e de sua consistência (SENIO *et al.*, 2016). A contaminação inicial do coto umbilical é de origem ambiental e ocorre logo após o nascimento. O local torna-se favorável à infecção devido à presença de tecidos desvitalizados como restos placentários e secreções maternas, sendo *Actinomyces pyogenes*, *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* os agentes isolados com maior frequência (FARADONBEH.; FARADONBEH, 2016).

O exame clínico é indispensável como ferramenta diagnóstica em casos de onfalites, e fornece informações valiosas (YANMAZ *et al.*, 2017). Pode-se ainda utilizar métodos complementares como ultrassonografia (SENIO *et al.*, 2016), termografia (SHECAIRA *et al.*, 2018) e laparoscopia (ROBERT *et al.*, 2016), apesar do menor acesso ou disponibilidade. Os sinais clínicos apresentados por todos os animais examinados neste estudo eram convergentes com aqueles descritos na literatura (SHECAIRA *et al.*, 2018; STEERFORTH.; VAN WINDEN, 2018), o que permitiu o diagnóstico através de exame físico geral e específico. Entretanto, apesar de ser um dos principais indicativos visuais, juntamente com o aumento de volume local, secreção purulenta foi observada em 60% dos casos apenas. Frequências de 46% (MARCHIONATTI *et al.*, 2016) até 90% (YANMAZ *et al.*, 2017) foram



observadas para este achado, não podendo ser, portanto, considerado como único indicativo de onfalite.

O diagnóstico específico de acordo com a classificação das estruturas envolvidas foi realizado no ato cirúrgico, uma vez que, métodos semiológicos convencionais bem como exames laboratoriais complementares não permitem a identificação exata dos componentes umbilicais propriamente acometidos, bem como alterações em órgãos como fígado e bexiga decorrentes das infecções ascendentes (MARCHIONATTI *et al.*, 2016; SENIO *et al.*, 2016). A ultrassonografia pode servir como ferramenta diagnóstica relevante e, apesar de não exercer grande influência na abordagem cirúrgica (BAIRD, 2008), mostrou-se importante na identificação de alterações em estruturas umbilicais intra-abdominais (SENIO *et al.*, 2016).

Em um levantamento com 322 animais na Turquia, a onfalite (26,7%) foi a afecção mais encontrada, seguidos por abscessos umbilicais (22,67%), uraquite (16,14%), hérnia umbilical (8,69%) e onfaloflebite (7,45%) (YANMAZ *et al.*, 2017). Outros trabalhos mostram que a persistência do úraco foi a afecção mais prevalente (RODRIGUES *et al.*, 2010), com uraquite presente em até 78% dos animais avaliados STEERFORTH.; VAN WINDEN, 2018), seguida da onfaloflebite, hérnia umbilical, onfalite e fibrose umbilical (RODRIGUES *et al.*, 2010). No presente estudo, houve maior prevalência de onfaloflebite (60%) (tabela 3). Isto demonstra que existe grande variabilidade em relação às estruturas umbilicais envolvidas sendo dependente muitas vezes do manejo das propriedades, raças, sazonalidade ou mesmo do método de concepção (RODRIGUES *et al.*, 2010).

Como reflexo de complicações sistêmicas de onfalites, outras alterações clínicas foram também observadas. A complicação mais frequente, presente em 16, 7% (5/30) dos animais, cursou com hiperemia dos vasos episclerais, desidratação e apatia severas, compatíveis com septicemia (ERKILIC *et al.*, 2016). Esta resulta geralmente da ascensão bacteriana a partir as estruturas umbilicais, e origina outras alterações como poliartrite, meningite, uveíte e abscessos hepáticos (RIET-CORREA *et al.*, 2007). Claudicação como sinal clínico de poliartrite foi encontrado em 10% dos animais (3/30), estando relacionado aos casos de onfaloarterite e panvasculite. Meningoencefalite foi observada em 3, 3% (1/30), manifestando-se por alterações neurológicas como decúbito lateral permanente, opistótono e espasticidade de membros torácicos. Abscedação hepática e retroperitoneal foram observadas em 6.7% (2/30) e 3, 3% (1/30) dos casos respectivamente. Animais com esta complicação apresentam função hepática tipicamente normal, entretanto a presença de abscedação hepática relacionada a flebite da veia umbilical pode modificar a conduta cirúrgica utilizada, podendo ser utilizada nestes casos a técnica de marsupialização da veia, apesar da ressecção em bloco das estruturas umbilicais apresentar maiores taxas de sobrevivência (MARCHIONATTI *et al.*, 2016).

Os antimicrobianos de escolha para o tratamento clínico de onfalites



devem levar em consideração a predominância de bactérias gram negativas (FARADONBEH.; FARADONBEH, 2016), mas cultura bacteriana e testes de susceptibilidade devem ser realizados sempre que possível. Entretanto mesmo antibióticos sendo considerados como primeira opção para o tratamento de onfalite (YANMAZ *et al.*, 2017), o tratamento conservativo com antibióticos e antissépticos locais tem efeito limitado neste tipo de afecção (FIGUEREDO, 1999). Esta afirmação é comprovada ao observar-se a taxa de sobrevivência entre os dois tratamentos propostos. No grupo tratado cirurgicamente, esta foi de 86,66% (13/15), estatisticamente superior ( $p < 0.05$ ) em relação ao grupo que recebeu apenas antibióticos, que foi de 46,66% (07/15). Embora alguns autores ainda recomendem o tratamento conservativo para aqueles animais com onfalopatias sem complicações diagnosticadas precocemente (RODRIGUES *et al.*, 2010), os mesmos verificaram taxas de sobrevivência muito superior naqueles bezerros apresentando onfalopatias complicadas que foram submetidos ao tratamento cirúrgico (RODRIGUES *et al.*, 2010), chegando a alcançar 100% em animais submetidos à ressecção em bloco das estruturas umbilicais (MARCHIONATTI *et al.*, 2016), convergindo com os resultados deste trabalho.

## 5. CONCLUSÃO

Conclui-se que o tratamento cirúrgico das onfalites de um modo geral deve ser preconizado, uma vez que apresenta uma taxa de sobrevivência significativamente maior em relação ao tratamento clínico de forma isolada.

## FABRICANTES

1 MSD Saúde Animal, São Paulo, SP, Brasil.

2 Bayer saúde Animal, São Paulo, SP, Brasil

3 Ceva Saúde Animal, Paulínia, SP, Brasil

4 Cristália, Campinas, SP, Brasil.

5 Abbot Laboratórios do Brasil, São Paulo, SP, Brasil

**Reconhecimentos.** Agradecemos a Universidade Paranaense pela cessão dos animais e a estrutura necessária para a pesquisa e a CAPES por bolsa.

**Declaração de interesse.** Os autores informam que não há conflitos de interesse. Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo e redação do artigo, sendo esse dados/artigo já publicado na revista ACTA SCIENTIAE VETERINARIAE com o DOI:10.22456/1679-9216.114492.

## REFERÊNCIAS

BAIRD, A. N. Umbilical surgery in calves. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 24, n. 3, p. 467-477, 2008

ERKILIC, E. E. *et al.* Relationship between hepcidin and oxidant/antioxidant status in calves with suspected neonatal septicemia. **Veterinary world**, v. 9, n. 11, p. 1238, 2016.

FARADONBEH, Y. K.; FARADONBEH, M. K. Evaluate the risk factors umbilical cord bacterial infection in calves in Shahrekord city. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 4, n. 2, p. 162-166, 2016.

FIGUEIREDO, L. J. C. **Onfalopatias de bezerros**. Salvador: Editora da Universidade Federal da Bahia - EDUFBA, p.94, 1999.

HATHAWAY, S. C. *et al.* Apathological and microbiological evaluation of omphalophlebitis in very young calves slaughtered in New Zealand. **New Zealand veterinary journal**, v. 41, n. 4, p. 166-170, 1993.

MADIGAN, J. E., In: SMITH, B. P. **Large Animal Internal Medicine**, 5 ed., Elsevier Mosby, St. Louis, Missouri, c. 17, p. 243-278, 2015.

MARCHIONATTI, E. *et al.* Surgical management of omphalophlebitis and long term outcome in calves: 39 cases (2008–2013). **Veterinary Surgery**, v. 45, n. 2, p. 194-200, 2016.

RADOSTITS, O. M. *et al.* **Clínica Veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e eqüinos**. Guanabara koogan, 2002.

REIS, A. S. B. *et al.* Onfalopatias em bezerros de rebanhos leiteiros no nordeste do estado do Pará. **Ciência Animal Brasileira**, p. 29-34, 2009.

RIET-CORREA, F. *et al.* **Doenças de ruminantes e eqüídeos**. 3.ed. Santa Maria: Pallotti, p. 405-406, 2007.

ROBERT, M. *et al.* Laparoscopic evaluation of umbilical disorders in calves. **Veterinary Surgery**, v. 45, n. 8, p. 1041-1048, 2016.

RODRIGUES, C. A. *et al.* Correlação entre os métodos de concepção, ocorrência e formas de tratamento das onfalopatias em bovinos: estudo retrospectivo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 30, p. 618-622, 2010.

SEINO, C. H. *et al.* Avaliação ultrassonográfica de componentes umbilicais inflamados em bezerros da raça Holandesa com até 30 dias de vida1. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 36, p. 492-502, 2016.

SHECAIRA, C. L. *et al.* Using thermography as a diagnostic tool for omphalitis on newborn calves. **Journal of thermal biology**, v. 71, p. 209-211, 2018.

STEERFORTH, D. D. VAN WINDEN, S. Development of clinical sign□based scoring system for assessment of omphalitis in neonatal calves. **Veterinary Record**, v. 182, n. 19, p. 549-549, 2018.

WIELAND, M. *et al.* The influence of 3 different navel dips on calf health, growth performance, and umbilical infection assessed by clinical and ultrasonographic examination. **Journal of dairy science**, v. 100, n. 1, p. 513-524, 2017.

YANMAZ, L. E. *et al.* Estimating the Outcome of Umbilical Diseases Based on Clinical Examination in Calves: 322 Cases. **Israel Journal of Veterinary Medicine**, v. 72, n. 2, p. 40-44, 2017.

## SURGICAL APPROACH IN CALVES WITH OMPHALITIS

**ABSTRACT** - Umbilical disorders are the most common diseases that affect calves. early diagnosis and treatment are important, conservative treatment can be used, and the use of antibiotics does not resolve well in these cases. Surgical treatment achieves better results, aiming at the complete removal of the affected structures, being the most appropriate method for the treatment of these diseases. This paper aims to report a study of 30 cases of omphalitis, of which 15 animals were treated conservatively and 15 underwent surgical treatment, in calves routinely attended to at the Unipar HV during the years 2002 and 2018. Upon physical examination, the animals had fever, apathy, hyporexia or anorexia and increased umbilical volume, usually associated with purulent secretion, and some animals had complications such as sepsis and arthritis. Among the animals treated surgically, 13 (86.66%) survived, while among those treated clinically, only 7 (46.67%) survived. The clinical signs presented by all animals examined were characteristic of omphalitis, presenting purulent secretion in only 60% of cases. In the group treated with surgery, the survival rate was 86.66% (13/15 of the animals), and in the group treated with antibiotics, it was 46.66% (7/15 of the animals). In another study, survival was greater in calves undergoing surgery for the treatment of omphalitis, recommending treatment with antibiotics only in cases of omphalitis. In Canada, an increase in survival was observed when comparing two surgical techniques, finding 85% survival. However, alone, the en bloc resection performed in this study achieved 100% survival.

**KEYWORDS:** Surgery; Omphalopathies; Bovine; Calves.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aceitação 15, 19-25, 28, 42  
Água 17, 18, 28, 33, 34, 43, 44, 46, 47, 49, 50, 73  
Alimentação 11, 28-30, 35, 38, 42, 44, 51, 57, 69, 70, 73  
Altura 11, 69-72, 74-79  
Antimicrobianos 56-59, 62-64, 67, 95, 100  
Aparência 15, 19, 20-23  
Artrite 95, 96  
Assamento 15  
Aveia 47, 53, 69-73, 75, 76, 78, 79

### B

Bezerros 9, 12, 14, 94-96, 98, 99, 101, 102  
Biomassa 69, 72, 82  
Biscoito 11, 13, 26, 28-34, 36-39, 42-50, 52, 53  
Bovinos 11, 63-66, 95, 102

### C

Campo 38, 57, 59, 67, 82, 84, 85, 91, 92  
Células somáticas 56, 58-61, 65-67  
Centeio 69-71, 75, 76, 78  
Cereais 9, 11, 14, 30, 40, 51, 69, 71-73, 75-79  
Cevada 69-73, 75, 76, 78  
Cirurgia 95, 96  
Colheita 36, 39, 72, 73, 76, 82, 83  
Cookie 11, 13, 28-33, 36, 38-50, 52-55  
Cor 17, 20, 21, 23, 30, 46

### E

Enzimas 58, 73

### F

Farinha 10, 11, 13, 15, 16, 18, 21, 22, 25, 26, 28-33, 35-37, 39, 40, 42-54  
Fertilidade 39, 72  
Forragem 69, 70, 72-75, 78, 79

### G

Genótipo 69, 72, 73, 77, 78  
Gérmen 11, 13, 28-33, 35, 42-45, 47, 49-51  
Glândula 57, 58, 61  
GPS 81, 83, 93  
Granulometria 31  
Grãos 11, 18, 29, 30, 39, 69-73, 76, 79, 81

### H

Higiene 57, 60, 62, 95

### I

Índices de vegetação 12, 14, 81-85, 87-91  
Infecção 12, 60, 62, 95, 98, 99  
Inflamação 57, 58, 95, 99  
Infravermelho 70-72  
Intumescimento 33, 43, 44, 46, 47, 50

### L

Leguminosa 15, 16  
Leite 10, 11, 13, 30, 32, 35, 40, 56-67, 102

### M

Massa 31, 44, 46, 48-50, 69, 71-73, 75, 87  
Mastite 11, 13, 56-67

- Matéria seca 12, 34, 47, 69, 70, 72, 74-78
- Maturidade 72, 76
- Meningoencefalite 95, 99, 100
- Microrganismos 11, 13, 44, 56, 57, 59, 64
- Milho 9-11, 13, 28-33, 35-40, 42-45, 47, 49-52, 54, 57, 82, 90, 91
- Mistura 15, 17, 18, 20, 22, 23, 31, 34, 37, 48, 50
- Moagem 17, 18, 28, 36, 42
- Moldagem 15, 17, 32
- N**
- NIR 71, 80
- O**
- Okara 10, 11, 13, 15-18, 20-22, 24-27, 36, 40, 47, 54
- Óleo 17, 28, 30, 34, 43, 44, 46-48
- Onfalopatias 95, 101, 102
- Otimização 15, 19
- P**
- Patógenos 56, 58, 61-64, 67
- Previsão 81, 82, 91
- Produtividade 9, 11, 12, 14, 65, 70, 72, 73, 75, 76, 81-85, 87-92
- Proteína 15-19, 21, 22, 24, 25, 28-30, 33, 39, 42, 43, 45, 46, 48, 57-61, 69, 70, 76-78
- PTS 18, 20, 22
- R**
- Rebanhos 11, 13, 56, 58, 61-63, 65, 67, 102
- Reflectância 69, 72
- Remobilização 72
- Rendimento 28, 29, 34, 43, 48, 49, 51, 69, 70, 72-75, 78, 79, 81-83
- Resistência 58, 62-65, 70
- Resteva 71, 72, 75-78
- S**
- Sabor 20-23, 48
- Safra 29, 36, 52, 76, 81-91
- Semeadura 72, 84, 85
- Sensoriamento remoto 12, 82, 91, 92
- Sepse 95, 96, 99
- SIG 81, 84
- Silagem 14, 69, 70, 72, 79
- Soja 9, 10, 12, 14-18, 20-24, 26, 34, 39, 50, 53, 81-85, 87-92
- Solo 11, 12, 39, 69, 71, 72, 76, 78, 81, 85, 92
- Subproduto 9, 11, 15, 16, 25, 28-30, 42, 43, 51
- Subprodutos 9, 29, 43, 51
- T**
- Textura 15, 16, 19-21, 23, 24, 26, 36, 48, 53
- Tocantins 14, 35, 81-83, 87-93
- Tofu 15, 16, 27
- Trigo 11, 13, 28-33, 35-40, 42-52, 69-73, 75, 78, 79, 90, 92
- Triticale 11, 38, 69-73, 75, 76, 78-80
- U**
- Umbigo 97, 99
- Umidade 18, 19, 29, 33, 43-45, 51, 54, 83, 85, 87
- V**
- Valor nutricional 70, 75

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

### **Heloísa Gabriel Falcão**

Possui Doutorado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina - PR. Possui Mestrado e Graduação em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Londrina. Atualmente é professora da Educação Básica, Técnica e Tecnológica (EBTT) no Instituto Federal de Goiás, campus Inhumas. Possui experiência no controle de qualidade em estabelecimentos registrados pelo SIF. Tem experiência em Cromatografia Líquida (UHPLC). Atua na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, principalmente nos temas: Planejamento e otimização de experimentos multi-respostas, propriedades físicas, químicas (atividades antioxidantes e enzimática), sensoriais e funcionais dos alimentos.

### **João Francisco Severo Santos**

Graduado em Educação Física (UFSM, 1996), Gestão Ambiental (FAEL, 2016) e Ciência Política (Uninter, 2021), Msc em Educação Física - atividade física relacionada à saúde (UFSC, 2006), PhD em Psicologia - Saúde, Educação e Qualidade de Vida (AWU, 2008) e DSc em Ciências do Ambiente (UFT, 2020). Atualmente é Analista de Planejamento, Gestão e Infraestrutura em Informações Geográficas e Estatísticas do IBGE, onde ocupa a função de chefe da Unidade Estadual do Tocantins. Desenvolve pesquisas nos seguintes temas: Promoção de saúde e comportamentos de risco nas áreas de atividade física, estresse, nutrição e meio ambiente; Psicobiologia da atividade física (exercício físico e esportes); Educação para qualidade de vida; Agronegócio, meio ambiente e desenvolvimento econômico.



# Estudos Avançados em Ciências Agrárias

[www.bookerfield.com](http://www.bookerfield.com) 

[contato@bookerfield.com](mailto:contato@bookerfield.com) 

[@bookerfield](https://www.instagram.com/bookerfield) 

Bookerfield Editora 



# Estudos Avançados em Ciências Agrárias

[www.bookerfield.com](http://www.bookerfield.com)



[contato@bookerfield.com](mailto:contato@bookerfield.com)



[@bookerfield](https://www.instagram.com/bookerfield)



Bookerfield Editora



ISBN 978-658992950-5



9

786589

929505