

Fundamentos e Atualidades em Tecnologia e Inspeção de Alimentos





**FUNDAMENTOS E ATUALIDADES EM TECNOLOGIA E
INSPEÇÃO DE ALIMENTOS
Volume 2**

**LINA RAQUEL SANTOS ARAÚJO
(Organizadora)**



2021

2021 by Editora In Vivo
Copyright © Editora In Vivo
Copyright do Texto © 2021 O autor
Copyright da Edição © 2021 Editora In Vivo



Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) (CC BY 4.0).

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

Editor Chefe

Dr. Everton Nogueira Silva

Conselho Editorial

1 Colégio de Ciências da Vida

1.1 Ciências Agrárias

Dr. Aderson Martins Viana Neto
Dra. Ana Paula Bezerra de Araújo
MSc. Edson Rômulo de Sousa Santos
Dr. Fágner Cavalcante P. dos Santos
MSc. Filomena Nádia Rodrigues Bezerra
Dra. Lina Raquel Santos Araújo
Dr. Luis de França Camboim Neto
MSc. Maria Emília Bezerra de Araújo
MSc. Yuri Lopes Silva

1.2 Ciências Biológicas

Dra. Antonia Moemia Lúcia Rodrigues Portela

1.3 Ciências da Saúde

Dr. Isaac Neto Goes Silva
Dra. Maria Verônyca Coelho Melo
MSc. Paulo Abílio Varella Lisboa
Dra. Vanessa Porto Machado
Dr. Victor Hugo Vieira Rodrigues

2 Colégio de Humanidades

2.1 Ciências Humanas

Dra. Alessandra Maria Sousa Silva
MSc. Francisco Brandão Aguiar
MSc. Julyana Alves Sales

2.2 Ciências Sociais Aplicadas

MSc. Cícero Francisco de Lima
MSc. Erivelton de Souza Nunes
MSc. Karine Moreira Gomes Sales
Dra. Maria de Jesus Gomes de Lima
MSc. Maria Rosa Dionísio Almeida
MSc. Marisa Guilherme da Frota

3 Colégio de Ciências Exatas, Tecnológica e Multidisciplinar

3.1 Ciências Exatas e da Terra

MSc. Francisco Odécio Sales
Dra. Irvila Ricarte de Oliveira Maia

3.2 Engenharias

MSc. Gilberto Alves da Silva Neto
MSc. Henrique Nogueira Silva
MSc. Ricardo Leandro Santos Araújo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP

A658f Araújo, Lina Raquel Santos.
 Fundamentos e atualidades em tecnologia e inspeção de alimentos [livro eletrônico]. /
Organizadora: Lina Raquel Santos Araújo. Fortaleza: Editora In Vivo, 2021.
 v. 2, 124 p.

Bibliografia.

ISBN: 978-65-991243-9-6

DOI: 10.47242/978-65-991243-9-6

1. Conservação de alimentos. 2. Inspeção de Alimentos. 3. Alimentos – fundamentos e atualidades em tecnologia. I. Título.

CDD 353.9

Denise Marques Rodrigues – Bibliotecária – CRB-3/CE-001564/O

APRESENTAÇÃO

O Brasil tem ocupado lugar de destaque no cenário mundial em relação à produção de matérias-primas, como alimentos de origem vegetal e proteína animal. O desenvolvimento de novas tecnologias no processamento de alimentos tem favorecido à reestruturação da cadeia produtiva do agronegócio agregando valor aos alimentos industrializados. Assim, diversas pesquisas têm surgido das demandas da indústria de alimentos, seja na solução de problemas, otimização de processos, detecção de fraudes, redução de custos de produção dentre outros.

O e-book Fundamentos e Atualidades em Tecnologia e Inspeção de Alimentos, em seu segundo volume, reúne resultados de estudos voltados para a grande área de Ciência e Tecnologia de Alimentos e áreas afins, incluindo desde os fundamentos às novas tecnologias aplicadas na elaboração e na inspeção de alimentos, como uma forma de dinamizar o acesso à informação científica e de divulgação do conhecimento.

Façam uma boa leitura!

Lina R.S. Araújo



Capítulo 1

A QUALIDADE DO LEITE EM MINAS GERAIS À LUZ DAS INSTRUÇÕES
NORMATIVAS Nº 76 E Nº 77: UMA REVISÃO DE LITERATURA 6

Capítulo 2

DIVERSIDADE E POTENCIAL ENTEROTOXIGÊNICO DE *Staphylococcus*
spp. ISOLADAS DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL DE QUEIJO
COALHO 24

Capítulo 3

MÉTODOS ANALÍTICOS APLICADOS A PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL
..... 37

Capítulo 4

SEGURANÇA ALIMENTAR E ALIMENTAÇÃO ADEQUADA
TERMINOLOGIAS A SERVIÇO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO
ALIMENTAR GLOBAL (SAAG) 48

Capítulo 5

AVALIAÇÃO DE PIGMENTOS E COR EM FARINHAS DE POLPA E CAROÇOS
DE ABACATE 66

Capítulo 6

ELABORAÇÃO DE SORVETE A BASE DE LEITE DE CABRA, ADOÇADO
COM AÇÚCAR E/OU MEL DE ABELHAS 77

Capítulo 7

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BISCOITOS TIPO COOKIES COM
SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE FARINHA DE CÁRTAMO (*Carthamus tinctorius*
L.) E NÍGER (*Guizotia abyssinica (L. f.) Cass.*) 85

Capítulo 8

APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO EDÍVEL: UMA SOLUÇÃO PARA
CONSERVAÇÃO DE PEIXES 100

Capítulo 9

| | |
|---|-----|
| PRODUÇÃO DE IOGURTE NATURAL BATIDO E IOGURTE GREGO COM CALDA DE PITAIA COM E SEM ADIÇÃO DE COMPOSTOS ENCAPSULADOS EXTRAÍDOS A PARTIR DA CASCA DE PITAIA VERMELHA (<i>Hylocereus polyhizus</i>): AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL..... | 113 |
| SOBRE A ORGANIZADORA..... | 123 |
| ÍNDICE REMISSIVO | 124 |



A QUALIDADE DO LEITE EM MINAS GERAIS À LUZ DAS INSTRUÇÕES NORMATIVAS Nº 76 E Nº 77: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Miriam Alexandrino Vilar Pais

Pós-graduada do Curso de Pós-Graduação do Ifope Educacional, graduada em Medicina Veterinária pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

<http://lattes.cnpq.br/0518897736004082>

Jonatas Felipe Barbosa Caldi

Graduando em Medicina Veterinária pela Faculdade Pitágoras de Ipatinga-MG.

<http://lattes.cnpq.br/7996631256225533>

Jardel Lopes

Graduado em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Minas Gerais, mestre em Inspeção de Produtos de Origem Animal pela Universidade Federal de Minas Gerais.

Lina Raquel Santos Araújo

Graduada em Medicina Veterinária e Mestre em Ciências Veterinárias pela Universidade Estadual do Ceará, Doutora em Zootecnia pela Universidade Federal do Ceará.

<http://lattes.cnpq.br/7591378438576586>

Informações sobre o

artigo:

Recebido em: 14/01/2021

Aceito em: 18/01/2021

Publicado em: 22/01/2021

Palavras-chave:

Leite

Qualidade

Minas Gerais

Legislação

Literatura

RESUMO

O aumento do consumo e da produção de lácteos no Brasil levou o governo a publicar regulamentações a fim de padronizar e melhorar a qualidade do leite. Contudo, tais normas apresentaram dificuldades para serem colocadas em prática e culminaram na publicação das Instruções Normativas nº 76 e nº 77, em 2018. Objetivou-se, com esse trabalho, analisar a qualidade do leite em Minas Gerais, entre 2019 e 2020, avaliando se a matéria-prima apresentou melhora nos padrões microbiológicos e físico-químicos. Em 12 artigos consultados, foram verificadas alta prevalência de *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus agalactiae*, além de contagem de células somáticas e de contagem bacteriana total acima do permitido. Os parâmetros físico-químicos atenderam às exigências legais, apesar dos indicativos de queda. Ainda foi possível constatar o impacto desses padrões na indústria laticinista e uma descrença dos pequenos produtores no processamento realizado por grandes indústrias. Identificou-se, também, potencial de melhora na qualidade do leite quando há um aumento na produção. Esses resultados indicaram a necessidade de assistência técnica, além de intensificação e regionalização das pesquisas.

THE QUALITY OF MILK IN MINAS GERAIS IN THE LIGHT OF NORMATIVE INSTRUCTIONS Nº 76 AND Nº 77: A LITERATURE REVIEW

ABSTRACT

The increase in consumption and production of dairy products in Brazil led the government to publish regulations in order to standardize and improve the quality of milk. However, such standards presented difficulties to be put into practice and culminated in the publication of Normative Instructions nº. 76 and nº. 77, in 2018. The objective of this work was to analyze the quality of milk in Minas Gerais, between 2019 and 2020, evaluating whether the raw material showed improvement in microbiological and physical-chemical standards. In 12 articles consulted, a high prevalence of *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus agalactiae* was found, in addition to somatic cell counts and total bacterial counts above what was allowed. The physical-chemical parameters met legal requirements, despite indications of decline. It was also possible to see the

Keywords:

Milk

Quality

Minas Gerais

Legislation

Literature

impact of these standards on the dairy industry and a disbelief from small producers in the processing carried out by large industries. Potential for improvement in milk quality was also identified when there was an increase in production. These results indicated the need for technical assistance, in addition to intensifying and regionalizing research.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o quarto maior produtor mundial de leite (EMBRAPA, 2020a), tendo o Sudeste como a região que detém a mais expressiva quantidade de vacas ordenhadas e que responde por 30,4% do plantel nacional (IBGE, 2017). Em 2019, Minas Gerais representou o estado com o maior número de propriedades (41) no ranking dos 100 maiores produtores de leite do país, sendo seguido pelo Paraná (19), Goiás (11), São Paulo (9) e Rio Grande do Sul (7), respectivamente (EMBRAPA, 2020b).

Tal panorama corrobora o fato de, nos primeiros trimestres de 2019 e 2020, Minas Gerais ter liderado a produção nacional como o maior aquisitor e industrializador de leite (IBGE, 2020a). Além disso, a produção leiteira apresenta relevância econômica para o referido estado, que teve no agronegócio 36% do seu Produto Interno Bruto (PIB) em 2019 (BARROS *et al.*, 2020). Contudo, para aumentar a oferta no mercado interno ou exportar, a qualidade do leite precisa melhorar na maior parte do país (EMBRAPA, 2018).

Desde as primeiras tentativas de normatização da qualidade do leite no Brasil, por parte do Governo Federal, houve iniciativa para a criação de um modelo sistemático para o monitoramento das variações e/ou evoluções da qualidade da matéria-prima de um modo regionalizado, tratando-se da Rede Brasileira de Laboratórios de Controle de Qualidade de Leite (RBQL), que foi criada pela Instrução Normativa nº 37 (IN 37), de 2002 (BRASIL, 2002b). Porém, a publicação e a divulgação dos dados referentes à pesquisa nacional com qualidade do leite vêm sendo realizados rotineiramente por publicações técnicas e/ou científicas, visto que os laboratórios da RBQL são diretamente vinculados às instituições acadêmicas. Esse modelo de divulgação da informação muitas vezes gera dados aleatórios, sem correlação entre si e sem convergências geográficas ou temporais. Dessa forma, ocasionalmente faz-se necessário que tais dados sejam compilados, a fim de que possa ser observado o real cenário em que uma determinada região encontra-se, em um determinado período.

Considerando Minas Gerais a principal bacia produtiva de leite no Brasil (ZOCCAL; STOCK, 2011), foi realizado um levantamento de literatura apresentando a

qualidade da matéria-prima nesse estado e uma revisão descritiva de informação produzida após a publicação das últimas instruções normativas dessa cadeia. Para tanto, foram pesquisados artigos na plataforma Scielo, no período entre 2019 e 2020, que apresentassem palavras como “qualidade do leite”, “leite”, “vaca”, “milk” e “cow”. Ademais, com o intuito de verificar se a produção mineira se equilibrava com outras do país, foram selecionados artigos de destaque que apresentaram informações relevantes referentes às bacias leiteiras predominantes do Brasil, avaliando assim, se as mencionadas regulamentações causaram impactos na qualidade do produto e/ou mudanças posturais no setor laticinista de Minas Gerais, e/ou algum destaque desse em qualidade do leite no cenário nacional.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 LEGISLAÇÃO

O Brasil manteve o tabelamento do preço pago ao produtor de leite por mais de quatro décadas (1945-1990) (SIQUEIRA *et al.*, 2011). Esse procedimento tinha por objetivo manter o abastecimento do mercado interno, porém, teve como resultado o crescimento da economia informal, baixos investimentos no setor e a ineficácia dos sistemas de produção, com destaque na baixa qualidade do produto. Durante tal prática, não ocorreram consideráveis manifestações governamentais quanto à qualidade do leite; essas, se resumiram ao Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), que foi publicado em março de 1952 (BRASIL, 1952), sendo esse regulamento demandado em forma de decreto por lei de 1950 (BRASIL, 1950).

Entretanto, ao final das práticas de tabelamento, como resultado de uma série de alterações nas políticas econômicas estatais (BRASIL, 1994a; BRASIL, 1994b), houve um aumento na capacidade de consumo no país e, conseqüentemente, um acréscimo na demanda por produtos lácteos (IBGE, 2020b). Essa mudança de comportamento do mercado e um aumento de produção (VILELA *et al.*, 2017) demandaram iniciativas por parte do governo brasileiro para uma melhoria da matéria-prima, fato que levou à consulta pública, em abril de 2002 (GOMES, 2002) e à publicação, em setembro do mesmo ano, da Instrução Normativa nº 51 (IN 51), com a proposta de disciplinar a produção de leite tipos A, B, C, pasteurizado e cru refrigerado (BRASIL, 2002). O descumprimento dos parâmetros estabelecidos, dentro dos prazos determinados, resultou na publicação, em junho de 2011,

da Instrução Normativa nº 32 (IN 32) (BRASIL, 2011a), que vigorou provisoriamente até dezembro de 2011 e foi substituída pela Instrução Normativa nº 62 (IN 62) (BRASIL, 2011b). Essas tinham a proposta de alterar prazos e parâmetros de sua antecessora (IN 51), além de extinguírem as previsões de existência dos leites tipo B e C. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) alterou os prazos e os parâmetros por mais duas vezes (STRASSBURGER *et al.*, 2019), sendo a primeira em 2016, pela Instrução Normativa nº 7 (IN 7) (BRASIL, 2016) e, posteriormente, em 2018, pela Instrução Normativa nº 31 (IN 31) (BRASIL, 2018a).

Em março de 2017, o Governo Federal publicou o Decreto nº 9.013 (BRASIL, 2017), que modificou as classificações dos estabelecimentos de leite e derivados, simplificando-os. Em suma, o novo RIISPOA alinhou-se a então vigente IN 62, que já se mostrava ineficaz e foi revogada em novembro de 2018, pelas Instruções Normativas nº 76 (IN 76) e nº 77 (IN 77). A IN 76 promoveu importantes alterações nas previsões referentes à qualidade do leite e retificou algumas regulamentações previstas no RIISPOA, no que se refere a parâmetros físico-químicos e microbiológicos do leite cru refrigerado (BRASIL, 2018b). Já a IN 77 previu, para a indústria, a criação de cadastro atualizado dos produtores rurais e de transportadores. Além da capacitação e seleção desses profissionais, instituiu-se um Plano de Qualificação dos Fornecedores, abordando boas práticas agropecuárias, tais como sanidade do rebanho, contemplando também regras para armazenamento do leite na propriedade, transporte e rastreabilidade do produto (BRASIL, 2018c). Em novembro de 2019, as Instruções Normativas nº 58 (IN 58) e nº 59 (IN 59) acrescentaram correções às suas antecessoras imediatas (BRASIL, 2019a; BRASIL, 2019b). Todas as alterações supracitadas foram acompanhadas de previsões de punição, por parte do Serviço de Inspeção Oficial, para a indústria, no caso de descumprimentos das normas vigentes. Essa mudança de paradigma elevou a expectativa quanto à tão almejada melhoria na qualidade do leite.

2.2 CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS E A QUALIDADE DO LEITE

A composição do leite está associada à saúde da glândula mamária. Diferentes agentes microbiológicos, químicos e físicos (térmicos ou mecânicos) podem promover uma inflamação na glândula mamária, denominada mastite, que causa prejuízo das funções do órgão, com consequente queda da produtividade animal e alteração da composição do leite (REECE, 2006). Uma medida determinante dessa doença no rebanho é a contagem de células somáticas (CCS), que são constituídas por neutrófilos, macrófagos, linfócitos e, em

menores quantidades, por células epiteliais. A anormalidade subclínica de maior destaque na referida doença é o aumento da CCS e o principal fator que a aumenta no leite é a presença de infecção intramamária, sendo que esta cresce, principalmente, mas não exclusivamente, devido à mastite subclínica (RADOSTITS *et al.*, 2000).

Entre os anos de 2012 e 2018, a evolução da qualidade do leite cru no Estado de Minas Gerais foi avaliada por Lima *et al.* (2020). Considerando a CCS do leite de 94 produtores, com média de 2.520 litros mensais, com volumes heterogêneos entre si, fornecedores de um único laticínio da Zona da Mata de Minas Gerais, os autores observaram que ela não atingiu os parâmetros legais vigentes à época.

Em observação a propriedades dos Campos das Vertentes, em Minas Gerais, Costa, G., *et al.* (2019) consideraram as seguintes variáveis como fatores de risco para CCS elevada no tanque: não utilização da caneca telada, do pré e do pós-dipping, falta de secagem dos tetos com papel toalha, ausência de avaliação mensal dos animais com CMT (California Mastitis Test) ou avaliação mensal da CCS, falta da linha de ordenha, da terapia de vaca seca e do tratamento de casos clínicos. A maioria dos itens listados e analisadas pelos autores foram considerados de risco para altas contagens de CCS, sendo que a higienização da ordenhadeira e o teste da caneca telada não mostraram risco para o aumento da CCS no tanque, assim como o tratamento de casos clínicos, provavelmente devido ao descarte sistemático de leite de vacas identificadas com mastite clínica. As principais variáveis consideradas por Costa, G., *et al.* (2019) são tidas como métodos consagrados e confiáveis de controle da mastite (RADOSTITS *et al.*, 2000), assim como a regulação sobre o controle da CCS e a aplicação severa de punição a produtores que não cumprem as regras disciplinadoras.

Nos Campos das Vertentes, Costa, G., *et al.* (2019) usaram uma modelagem em que compararam as rotinas usuais em fazendas que alcançaram padrões inferiores a 200.000 células/mL a sistemas que apresentaram mais de 700.000 células/ml. Separados esses dois grupos, avaliaram o percentual de risco do *S. agalactiae* e do *S. aureus* estarem presentes em cada uma dessas faixas e perceberam que, quando o tanque tinha acima de 700.000 células/mL, 80% das propriedades eram positivas para *S. agalactiae* e 76,6%, para *S. aureus*. Já em propriedades que apresentavam menos de 200.000 células no tanque, 18,75% responderam positivamente para *S. aureus* e 50% para *S. agalactiae*. Os autores concluíram que a presença desses dois patógenos são fatores de risco importantes para CCS, o que é corroborado por Radostits *et al.* (2000).

Na mesma localidade de Minas Gerais, Mesquita *et al.* (2019b) observaram a CCS no tanque, correlacionando positivamente a essa a presença de *S. aureus* e *S. agalactiae*. Porém, também não encontraram relação entre a produção diária e CBT ou CCS no tanque. Já Faria *et al.* (2020) classificaram os valores de CCS como alto e baixo em um corte de 250.000 células./mL, o que por si só também é menor do que o exigido pela legislação à época.

2.3 CONTAGEM BACTERIANA TOTAL

A contagem bacteriana total, por sua vez, é um indicativo maior da eficiência e higiene no sistema de ordenha, armazenagem e transporte do leite. No trabalho de Lima *et al.* (2020), a CBT não atingiu índices satisfatórios de qualidade. É importante ressaltar que o referido parâmetro foi influenciado positivamente pelo volume produzido, ou seja, segundo o artigo, quanto maior a quantidade de leite, maior a CBT no produto. Porém, os próprios autores supuseram que uma maior produção levaria à maior automação que, por consequência, traria melhor qualidade ao leite e constataram uma tendência de melhorias pontuais na CBT, em que acreditaram estar associadas à publicação de novas regras disciplinadoras. Já no trabalho de Mesquita *et al.* (2019b), o leite com CCS aumentada (> 250.000 células/mL) apresentou acréscimo na contagem de CBT mas não acima do permitido legalmente.

2.4 MICRORGANISMOS PRESENTES NO LEITE E RESISTÊNCIA A ANTIBIÓTICOS

A prevalência de *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus agalactiae* e a resistência desses agentes aos antibióticos, geralmente utilizados no tratamento da mastite em gado leiteiro, foram avaliados por Mesquita *et al.* (2019a). O estudo contou com 200 propriedades de agricultura familiar da região dos campos das Vertentes, Minas Gerais, que produziam menos de 350 litros/dia e utilizavam mão de obra familiar, em maior parte. Foram realizadas coletas de amostras de leite de tanques de expansão e estas foram cultivadas, evidenciando alta prevalência para *S. aureus* e *S. agalactiae* (71,0% e 68,0%, respectivamente), além de elevada resistência à polimixina B, penicilina G e ampicilina e multirresistência aos patógenos citados.

Os microrganismos encontrados no leite cru são predominantemente gram-positivos e muitos pesquisadores têm encontrado estafilococos em grande número de

alimentos, inclusive na referida matéria-prima sem processamento térmico (JAY, 2005). O *S. agalactiae* é um patógeno altamente contagioso que está presente na glândula mamária das vacas, embora os animais também possam ser acometidos pela contaminação ambiental promovida pelas mãos do ordenhador, piso e utensílios sujos. A mastite causada por esse agente leva, em geral, a perda de 10-15% da produção (RADOSTTTS *et al.*, 2000). O *S. aureus* produz uma enterotoxina que está comumente presente em intoxicações alimentares (TORTORA *et al.*, 2005; FORSYTHE, 2013).

O uso inadequado dos antimicrobianos levaram ao surgimento de linhagens resistentes e de múltipla resistência relacionada a agentes causadores de mastite no Brasil, que possui índices de resistência a antimicrobianos utilizados no tratamento das mastites clínica e subclínica maiores do que a de outros países. A polimixina B é utilizada em mastites causadas por agentes gram-negativos, sendo o antibiótico de eleição para a mastite aguda provocada por *E. coli* e a ampicilina, uma penicilina semissintética que possui boa difusão na glândula mamária (SPINOSA *et al.*, 2005). A penicilina G é uma das drogas de eleição contra patógenos gram-positivos e gram-negativos e, em relação à penicilina, o uso indiscriminado desse antibiótico fez com que grande parte das mastites fossem decorrentes de microrganismos resistentes a ela, principalmente o *S. aureus* (RADOSTTTS *et al.*, 2000).

Também na região das Vertentes de Minas Gerais, Mesquita *et al.* (2019b) avaliaram 306 rebanhos, com aproximadamente 34000 vacas. Eles correlacionaram a presença de *S. aureus* e *S. agalactiae* à CBT e à CCS no tanque e volume de leite produzido, além de uma possível correlação entre os referidos microrganismos, objetivando avaliar a resistência desses patógenos a antimicrobianos comumente utilizados na pecuária leiteira. Em 70,3% dos rebanhos observados houve presença de *S. aureus* e em 67%, de *S. agalactiae*, sendo que 47,71% dos rebanhos apresentaram os dois e só 10,45% estavam isentos de ambos. A prevalência do *S. aureus* foi maior do que o *S. agalactiae* nesses rebanhos e os autores não observaram correlação positiva entre os dois agentes, tampouco entre o volume produzido e as mencionadas bactérias. A resistência observada ao *S. aureus* variou de 2% a 72% para diversos antibióticos. Já para *S. agalactiae*, ela esteve entre 1% a 97%, sendo que esse agente apresentou maior índice de multirresistência.

Em um rebanho do centro-oeste de Minas Gerais, Costa, H., *et al.* (2019) pesquisaram quais os agentes causadores de mastite subclínica encontradas nas diversas fases da lactação e estimaram a relação desses patógenos com as perdas de produção relacionadas a CCS, maior do que 200.000 células/mL. 39% dos animais com até 30 dias de lactação foram positivos para cultura microbiológica, já entre 91 e 120 dias, 21%; a partir de 150 dias, 50%;

55% entre 211 e 240 dias e 60% entre 271 e 300 dias. Os autores não encontraram *S. agalactiae* nesse rebanho e *S. aureus* representou 10% de todos os isolados em cultura; já o isolamento de estreptococos ambientais teve média de 11%. As leveduras tiveram maior prevalência acima de 300 dias de lactação com 4% e a menor entre 61 e 120 dias com 0,3%. O *Staphylococcus* coagulase-negativa teve a maior prevalência acima de 300 dias com 2,8%. Os animais que foram negativos à cultura e com menos de 200.000 células somáticas por mL foram mais produtivos em relação aos animais que tinham mais de 200.000 células/mL independente da cultura, porém, os animais que foram positivos à cultura e mantiveram a CCS abaixo de 200.000 células/mL não mostraram queda na produtividade. Os animais que apresentaram a maior queda de produtividade foram os contaminados com levedura e, na sequência, os com estreptococos ambientais, diferente dos *Staphylococcus* coagulase-negativa e do *S. aureus*, que causaram pouco impacto na produtividade animal. Os patógenos que mais afetaram a produtividade foram os que mais aumentaram a CCS.

A qualidade do leite também foi avaliada em estudo realizado em pequenas propriedades na região de Botucatu, São Paulo, por Lavor *et al.* (2019), que compararam a CCS e identificaram os agentes envolvidos com a mastite. Foi constatado que *Staphylococcus aureus* foi o principal agente encontrado e que o *S. agalactiae* representou o mais significativo microrganismo responsável por aumentar a CCS nas vacas, corroborado por Radostits *et al.* (2000), que afirma que esse patógeno leva a um aumento na CCS dos animais e que, consequentemente, é o provável responsável por aumentar o referido parâmetro no leite de tanque de resfriamento.

Avaliando a qualidade do leite pasteurizado e de produtos lácteos em indústrias de laticínios sob inspeção estadual em Minas Gerais, Santos *et al.* (2019) testaram 5421 amostras de diversos produtos lácteos, processados ou semiprocessados, sendo destes 863 para leite pasteurizado. Os autores observaram padrões físico-químicos e microbiológicos, com atenção à *Listeria monocytogenes* (*L. monocytogenes*), *Salmonella spp.* e *Staphylococcus* coagulase-positiva, além de bolores e leveduras, coliformes e contagem de células viáveis. Das 863 amostras de leite pasteurizados avaliadas, 65 não apresentaram conformidade microbiológica com a legislação vigente à época (IN 62) (Brasil, 2011), sendo que destas, 32 por contagem de unidades formadoras de colônias (UFC), sugerindo falha da pasteurização ao associar esse resultado ao positivo para fosfatase alcalina ou recontaminação (Brasil, 2017). A pasteurização tem por objetivo eliminar, parcialmente, agentes microbianos que não afetam a saúde pública e extinguir os patogênicos. Para tal, utiliza-se da elevação de temperatura por determinado tempo, que são determinados (tempo/temperatura) devido à carga de

contaminantes (EVANGELISTA, 2008). A fosfatase alcalina é uma enzima presente naturalmente no leite cru, que tem “tempo de redução decimal” similar ao dos principais patógenos e, por isso, a sua presença geralmente é utilizada como método de determinar a eficiência da pasteurização, de maneira mais econômica que testar diretamente os microrganismos (FELLOWS, 2019).

A *L. monocytogenes* é uma bactéria gram-negativa relativamente tolerante ao aumento de temperatura, porém sensível à pasteurização, além de conseguir multiplicar-se em baixas temperaturas (FORSYTHE, 2013). Já as *Salmonella spp.* são gram-negativas, incapazes de metabolizar sacarose e são ainda mais sensíveis à temperatura do que a *L. monocytogenes*, além de serem causadoras de doenças alimentares importantes em todo o mundo (FORSYTHE, 2013). Os estafilococos coagulase-positivos geralmente são usados como indicativos de produção de enterotoxinas, apesar de já ser elucidado que estas também são produzidas por *Staphylococcus coagulase-negativa*. Além disso, os *Staphylococcus coagulase-positivos* são um indicativo da eficiência de pasteurização, assim como da conservação a frio, já que crescem a baixas temperaturas (JAY, 2005). Em 16 amostras de leite cru, Santos *et al.* (2019) verificaram resultados positivos para fosfatase alcalina, mas é importante ressaltar as 78 amostras de muçarela e as 72 de outros produtos, também positivos para a referida enzima, indicativas de aquecimento abaixo dos padrões da pasteurização ou utilização de leite cru na produção.

2.5 ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO LEITE

Por meio da análise do leite de produtores da Zona da Mata mineira, Lima *et al.* (2020) identificaram grandes oscilações na qualidade do leite, relacionadas à sazonalidade, já que a variação climática afetava o manejo nutricional praticado na região, melhorando a composição físico-química do leite em épocas chuvosas (verão) e diminuindo esses índices nas épocas secas (inverno). Reece (2006) propõe que a temperatura do ambiente possui interferência direta no metabolismo, na ingestão de alimentos e na velocidade de trânsito do trato gastrointestinal.

Em avaliação de Picinin *et al.* (2019), o volume de leite mostrou correlação positiva com sólidos totais e sólidos não-gordurosos, conforme proposto por Radostits *et al.* (2000), que também prevê uma queda na composição do leite devido à mastite, tal qual o apresentado pelos autores, que verificaram correlação negativa entre percentual de gordura e proteína e à CCS.

Ao avaliar a influência da CCS nas características físico-químicas e fermentação de iogurte, Faria *et al.* (2020) observaram correlação positiva entre o aumento da CCS e a diminuição do percentual de gordura e lactose, porém esta não se refletiu no estrato seco desengordurado, sólidos totais e proteínas. A queda no percentual de gordura não foi o suficiente para infringir os padrões legais à época.

2.6 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA EM PRODUTOS LÁCTEOS E FERMENTADOS

A fermentação é o processo que libera energia de açúcares e outras moléculas orgânicas, gerando subprodutos microbianos úteis ao processamento de alimentos, tais quais etanol ou ácido láctico (TORTORA *et al.*, 2005). Doze gêneros de bactérias são produtores de ácido láctico (JAY, 2005), destacando-se os *Streptococcus* e *Lactobacillus* (TORTORA *et al.*, 2000). A fermentação em ácido láctico pode resultar em deterioração de alimentos, porém é útil em produção de iogurtes e queijos. As culturas “*starter*” para a indústria laticinista podem ser formadas por uma ou mais linhagens. Geralmente, elas são compostas de uma mistura de *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* e objetivam a maior conversão possível de lactose em ácido láctico (JAY, 2005).

Em experimento, Faria *et al.* (2020) não observaram prejuízo no processo fermentativo de iogurte feito com leite com contagem de célula somática acima de 250.000 células/mL em relação ao que continha menos de 250.000 células/mL, apesar do esperado, visto que, quando ocorre uma diminuição da concentração de lactose no leite, pressupõe-se um prejuízo à fermentação.

Já no sudoeste do Paraná, em 2020, Beux *et al.* (2020) buscaram espécies de *Streptococcus spp.* e *Lactobacillus spp.* e os avaliaram para potencial acidificante como fermentos lácticos. *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus fermentum* apresentaram-se como predominante e, quanto ao potencial de acidificação, o *S. thermophilus* demonstrou atributo como agente “*starter*”, sendo que o que apresentou melhores resultados acidificantes foi o *Lactobacillus delbrueckii* subespécie *bulgaricus*, levando os autores a proporem uma utilização de uma relação simbiótica existente entre os dois, além de destaque para o uso de microrganismos autóctones com agentes fermentativos.

2.7 INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NA QUALIDADE DO LEITE

Entre 2009 e 2011, Picinin *et al.* (2019) avaliaram 43 rebanhos no Estado de Minas Gerais, correlacionando índices de qualidade do leite com as condições sazonais às quais estavam submetidos. Os autores verificaram que os períodos sazonais influenciaram o manejo dos animais e este, por sua vez, afetava a maioria dos parâmetros de qualidade de leite cru, além do volume de leite produzido por vaca, assim como aos indicadores de higiene e qualidade sanitária. Dessa forma, uma correlação positiva já esperada, tratando-se da questão de saúde da glândula mamária e de fatores microbiológicos (RADOSTITS *et al.*, 2000) foi observada entre esses últimos e o período chuvoso, visto que uma maior umidade no ambiente favorece a formação de barro, dificultando o manejo e facilitando a prevalência de patógenos ambientais.

Já Lima *et al.* (2020) relataram que a sazonalidade também influenciou o manejo sanitário do rebanho e, conseqüentemente, a saúde da glândula mamária, positivamente nas épocas secas e negativamente nas das águas, fato que é corroborado Radostits *et al.* (2000), que afirmaram que a mastite geralmente tem maior incidência em épocas mais úmidas do ano. Nos Campos das Vertentes, em Minas Gerais, Costa, G., *et al.* (2019) avaliaram a saúde dos tetos pela hiperqueratose e a nutrição dos animais, por escore de condição corporal e foi observado se havia sinais de estresse térmico.

2.8 IMPORTÂNCIA DA ASSISTÊNCIA TÉCNICA AO PRODUTOR

Segundo Lima *et al.* (2020), mudanças nos sistemas de assistência técnica do laticínio e comportamento próprio dos produtores teriam influenciado na qualidade do leite. A garantia desse como matéria-prima de qualidade para a indústria depende, necessariamente, de um processo gradual e intensivo de treinamento de todo o pessoal envolvido nas diversas fases da cadeia produtiva (LIMA JÚNIOR, 2011), visto que a qualidade do leite no Brasil ainda está muito abaixo dos padrões internacionais. Quanto à composição, a deficiência de modelo de pagamento por qualidade pela indústria que realmente valorize os sólidos, leva os criadores a escolherem animais e a modelarem o sistema de produção a um aumento do volume de leite (CARVALHO, 2011).

Já Picinin *et al.* (2019) observaram efeitos de treinamento em práticas de ordenha sobre a qualidade do leite, verificando que as capacitações em boas práticas de ordenha mostraram resultados nas condições higiênicas e de contaminação do leite, na produção total

e na produtividade, mas não na composição da matéria-prima. Os efeitos de treinamento e assistência técnica nos sistemas de produção são amplamente discutidos e propostos por diversos autores (DEFANTE *et al.*, 2019; LIMA *et al.*, 2020; RADOSTITS *et al.*, 2000), levando a afirmações como a anteriormente citada por Lima Júnior (2011), de que esses são essenciais para toda a cadeia.

Para Costa, G., *et al.* (2019), o uso da caneca telada, do pré e pós-dipping, da secagem dos tetos com papel toalha, avaliação mensal dos animais com CMT (California Mastitis Test) ou avaliação mensal da CCS, linha de ordenha, terapia de vaca seca e tratamento de casos clínicos são essenciais para diminuição da CCS em larga escala, e estão intimamente associados à iniciativas de incentivos aos criadores, juntamente a um programa de controle de qualidade que conte com a visita regular de médicos veterinários (BRASIL, 2018c).

Ao analisarem sistemas de produção leiteiros em relação à qualidade do leite em 136 propriedades no sudoeste do Paraná, Defante *et al.* (2019) encontraram resultados discrepantes dos preconizados pela norma vigente no Brasil (BRASIL, 2011b), visto que somente oito das 136 propriedades analisadas estavam em conformidade. Ao compará-los foi verificado que o que atendia à legislação possuía maior volume de produção e maior produtividade por animal e, portanto, uma maior capacidade de negociação, o que gerava um melhor controle da atividade. Os sistemas de produção ditos mais eficientes tinham melhor desempenho em relação à higiene da ordenha e armazenamento; essas propriedades com padrão superior em qualidade do leite também tinham em comum um maior acesso à assistência técnica e os autores propuseram uma relação desta com a qualidade do leite e com o volume produzido, já que o laticínio garantia maior respaldo a esses produtores. Ademais, com maiores produtividades e padrões mais rigorosos, quando ocorriam problemas de qualidade e de mastite, os prejuízos ao sistema eram maiores, o que levava os pecuaristas a terem uma maior preocupação com tecnologia e informação.

2.9 DEMAIS FATORES QUE INFLUENCIAM NA QUALIDADE DO LEITE

Segundo estudo de Santos *et al.* (2019), 86 amostras de leite pasteurizado foram inconformes para índice crioscópico, indicando fraude com adição de água. O índice crioscópico indica a temperatura na qual o leite se congela, sendo utilizado como indicativo de fraude por aguagem, visto que, quanto mais água livre, mais próxima da temperatura da

água (0 °C) e mais distante da do leite (0,51°C) a temperatura de congelamento da solução fraudada estará (CHAPAVAL; PIEKARSKI, 2000).

Ao entrevistar produtores de leite em sistemas agroecológicos e familiares na Zona da Mata de Minas Gerais, Santos e Bevilacqua (2019) observaram que a maioria deles processavam a matéria-prima na propriedade e comercializavam os produtos diretamente ao consumidor, sem passar por qualquer serviço de inspeção oficial. Os criadores afirmaram aos autores que acreditavam que seus produtos apresentavam melhores condições sanitárias comparadas às grandes indústrias.

3. DISCUSSÃO

A produção científica sobre qualidade do leite em Minas Gerais, no biênio 2019-2020, concentrou-se na Zona da Mata e nos Campos das Vertentes, com inusuais intercorrências, apesar da visível importância para a produção leiteira de regiões como o Vale do Mucuri, Alto Paranaíba e Triângulo Mineiro (MINAS GERAIS, 2020). Tal situação demonstra uma necessidade em sistematizar o formato de divulgação de dados regionalizados no estado, ao considerar que o monitoramento preconizado pelas IN 76 e IN 77 esteja sendo cumprido.

A presença de *S. aureus* e *S. agalactiae* (COSTA, G., *et al.*, 2019; COSTA, H., *et al.*, 2019; LAVOR *et al.*, 2019; MESQUITA *et al.*, 2019a; MESQUITA *et al.*, 2019b), além da aparente ineficácia na pasteurização por parte da indústria laticinista mineira (SANTOS E BEVILACQUA, 2019) criam uma preocupação com patógenos presentes nos produtos lácteos e uma necessidade de adoção de uma sistemática mais eficiente de identificação e controle dos microrganismos.

A prática comum ao estado de processamento de leite pelos próprios produtores, à luz da Lei nº 13.680, de 14 de junho de 2018 (BRASIL, 2018d), que trata de alimentos de origem animal produzidos artesanalmente, deixa claro uma necessidade de assistência técnica e cobrança direta aos produtores, independente dos laticínios, tanto quanto aos fornecedores desses. O produto lácteo artesanal pode representar um risco maior ao consumidor, caso a matéria-prima utilizada na produção não tenha qualidade mínima à segurança alimentar, visto a utilização de leite cru.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Avaliando dois anos de literatura, publicadas após a entrada em vigor das IN 76 e IN 77, não foi possível verificar melhoras em relação à qualidade do leite no estado de Minas Gerais, sendo observados padrões de qualidade microbiológicos abaixo dos preconizados, além dos físico-químicos em queda, devido à deficiência em programas de incentivo aos produtores e à falta de assistência técnica aos mesmos. Ainda é precipitado afirmar a ineficácia das IN 76 e IN 77 em relação à melhoria da qualidade do leite no estado, visto o curto período de vigência das normas, o que presume a necessidade de monitoramento constante dos dados e a demanda por uma maior diversificação e regionalização das pesquisas.

REFERÊNCIAS

- BARROS, G. S. C.; CASTRO, N. R.; MACHADO, G. C. *et al.* **Boletim PIB do Agronegócio Minas Gerais – 2019**. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), Piracicaba, p.4, 2020. Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/PIBAGRO%20Minas%20Gerais_2019.pdf. Acesso em: 06 set. 2020.
- BEUX, S.; TODESCATTO, C.; MARCHI, J. F. *et al.* Selection of raw cow's milk thermophilic lactic acid bacteria obtained from southwest Paraná, Brazil, with potential use as autochthonous starter. **Brazilian Journal of Food Technology**, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/bjft/v23/1981-6723-bjft-23-e2019070.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2020.
- BRASIL, **Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950**, Presidência da República, Brasília, DF, 1950. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L1283.htm. Acesso em: 06 jul. 2020.
- BRASIL, **Lei nº 13.680, de 14 de junho de 2018**, Presidência da República, Brasília, DF, 2018d. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/Lei/L13680.htm. Acesso em: 06 jul. 2020.
- BRASIL, **Lei nº 8.880, de 27 de maio de 1994**, Presidência da República, Brasília, DF, 1994a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8880.htm. Acesso em: 06 jul. 2020.
- BRASIL. **Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952**, Presidência da República, Brasília, DF, 1952. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1950-1969/D30691.htm. Acesso em: 06 jul. 2020.
- BRASIL. **Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017**, Presidência da República, Brasília, DF, 2017. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/arquivos/decreto-n-9013-2017_alt-decreto-9069-2017_pt.pdf/view. Acesso em: 07 jul. 2020.
- BRASIL. **Instrução Normativa nº 07, de 03 de maio de 2016**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF, 2016. Disponível em:

<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>. Acesso em: 06 jul. 2020.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 31, de 29 de junho de 2018**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>. Acesso em: 06 jul. 2020.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 32, de 30 de junho de 2011**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF, 2011a. Disponível em: <https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/instrucao-normativa-32-de-30-06-2011,930.html>. Acesso em: 06 jul. 2020.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 37, de 18 de abril de 2002**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF, 2002b. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=8932>. Acesso em: 06 jul. 2020.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF, 2002a. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=8932>. Acesso em: 06 jul. 2020.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 58, de 06 de novembro de 2019**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF, 2019a. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>. Acesso em: 06 jul. 2020.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 59, de 06 de novembro de 2019**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF, 2019b. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>. Acesso em: 06 jul. 2020.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF, 2011b. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>. Acesso em: 06 jul. 2020.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF, 2018b. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>. Acesso em: 06 jul. 2020.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 77, de 26 de novembro de 2018**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF, 2018c. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>. Acesso em: 06 jul. 2020.

BRASIL. **Medida Provisória nº 542, de 30 de junho de 1994**, Presidência da República, Brasília, DF, 1994b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/MPV/1990-1995/542.htm. Acesso em: 06 jul. 2020.

CARVALHO, G. R.; Indústria de laticínios no Brasil in: STOCK, L. A.; ZOCCAL, R.; CARVALHO, G. R.; *et al.* **Competitividade do agronegócio do leite brasileiro**. 1 ed. Brasília: Embrapa, p.107-131, 2011.

CHAPAVAL, L.; PIEKARSKI, P. R. B. **Leite de qualidade - Manejo reprodutivo, nutricional e sanitário**. 1. ed. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2000.

COSTA, G. A.; MESQUITA, A. A.; ROCHA, C. M. B. M. *et al.* Risk factors for high bulk milk somatic cell counts in dairy herds from Campos das Vertentes region, Minas Gerais State, Brazil: a case-control study. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.39, n.8, p.606-613, 2019.

COSTA, H. N.; LAGE, C. F. A.; MALACCO, V. M. R. *et al.* Frequency of microorganisms isolated at different stages of lactation and milk production loss associated with somatic cell count and to mastitis-causing pathogens. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.71, p.393-403, 2019.

DEFANTE, L.; DAMASCENO, J. C.; BÁNKUTI, F. I. *et al.* Typology of dairy production systems that meet Brazilian standards for milk quality. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbz/v48/1806-9290-rbz-48-e20180023.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2020.

EMBRAPA. As principais fazendas produtoras de leite. **Anuário Leite 2020**. EMBRAPA Gado de Leite, Juiz de Fora, p.36, 2020b. Disponível em: [file:///C:/Users/mlpai/Downloads/AnuarioLEITE2020%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/mlpai/Downloads/AnuarioLEITE2020%20(2).pdf). Acesso em: 06 set. 2020.

EMBRAPA. Produção mundial de leite: tendências nos principais países. **Anuário Leite 2020**. EMBRAPA Gado de Leite, Juiz de Fora, p.56, 2020a. Disponível em: [file:///C:/Users/mlpai/Downloads/AnuarioLEITE2020%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/mlpai/Downloads/AnuarioLEITE2020%20(2).pdf). Acesso em: 06 set. 2020.

EMBRAPA. Qualidade e competitividade: prioridades para todo o setor. **Anuário Leite 2018**. EMBRAPA Gado de Leite, Juiz de Fora, p.88, 2018. Disponível em: [file:///C:/Users/mlpai/Downloads/Anuario-Leite-2018%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/mlpai/Downloads/Anuario-Leite-2018%20(1).pdf). Acesso em: 01 out. 2020.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2008.

FARIA, A. P. A.; PENNA, C. F. A. M.; PINTO, M. S. *et al.* Influência do leite com elevada contagem de células somáticas sobre características físico-químicas e processo de fermentação de iogurte. **Ciência Animal Brasileira**, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cab/v21/1809-6891-cab-21-e-44773.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2020.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos - Princípios e prática**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2019.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança dos alimentos**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

IBGE. **Indicadores IBGE - Estatística da Produção Pecuária**. Brasília, DF, p.46, 2020a. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2380/epp_2020_1tri.pdf. Acesso em: 29 ago. 2020.

IBGE. **Pesquisa de Orçamentos Familiares**. Brasília, DF, 2020b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/condicoes-de-vida-desigualdade-e-pobreza/9050-pesquisa-de-orcamentos-familiares.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 06 jul. 2020.

IBGE. **Produção da Pecuária Municipal 2017**. Rio de Janeiro, v. 5, p.3, 2017. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2017_v45_br_informativo.pdf. Acesso em: 06 set. 2020.

JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

LAVOR, U. L.; GUIMARÃES, F. F.; SALINA, A. *et al.* Bacterial identification, somatic cell count, antimicrobial profile and toxigenic *Staphylococcus* strains search from mastitic cow milk samples on small farms properties. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.39, n.9, p.715-722, 2019.

LIMA JÚNIOR, A. C. S.; Logística de captação de leite in: STOCK, L. A.; ZOCCAL, R.; CARVALHO, G. R.; *et al.* **Competitividade do agronegócio do leite brasileiro**. 1 ed. Brasília: Embrapa, p.77-105, 2011.

LIMA, L. P.; BRAGA, G. B.; PEREZ, R. *et al.* Chilled raw milk quality: a case study in Zona da Mata region, Minas Gerais State, Brazil. **Ciência Rural**, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cr/v50n4/1678-4596-cr-50-04-e20190749.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2020.

MARION, F. G., Modernização do sistema de inspeção sanitária federal de leite e derivados e os programas de segurança alimentar in: PORTUGAL, J. A. P.; NEVES, B. S.; OLIVEIRA, A. C. S. *et al.* **Segurança alimentar na cadeia do leite**. 1 ed. Juiz de Fora: EPAMIG/CT/ILCT, p.113-179, 2002.

MESQUITA, A. A.; COSTA, G. M.; OLIVEIRA, M. R. *et al.* Prevalence and antibiotic resistance of *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus agalactiae* in family-owned dairy herds in the state of Minas Gerais, Brazil. **Veterinária Notícias**, v.25, p.186-205, 2019a.

MESQUITA, A. A.; ROCHA, C. M. B. M.; BRUHN, F. R. P. *et al.* *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus agalactiae*: prevalence, resistance to antimicrobials, and their relationship with the milk quality of dairy cattle herds in Minas Gerais state, Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.39, n.5, p.308-316, 2019b.

MINAS GERAIS; **Relatórios da Pecuária - Bovinocultura - Leite e Corte**, Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2020. Disponível em: [http://www.agricultura.mg.gov.br/images/documentos/bovinocultura_leite_corte_jan_2020\[1\].pdf](http://www.agricultura.mg.gov.br/images/documentos/bovinocultura_leite_corte_jan_2020[1].pdf). Acesso em: 06 jul. 2020.

PICININ, L. C. A.; BORDIGNON-LUIZ, M. T.; CERQUEIRA, M. M. O. P. *et al.* Effect of seasonal conditions and milk management practices on bulk milk quality in Minas Gerais State – Brazil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.71, n.4, p.1355-1363, 2019.

RADOSTITS, O. M.; GAY, C. C.; BLOOD, D. C. *et al.* **Clínica veterinária - Um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e equinos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

REECE, W. O. **Dukes - Fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

SANTOS, P. A.; BEVILACQUA, P. D. Family farming in agroecological transition: a look at the marketing of milk and dairy products in municipalities of the Zona da Mata of Minas Gerais State, Brazil. **Ciência Rural**, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cr/v49n7/1678-4596-cr-49-07-e20180299.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2020.

SIQUEIRA, K. B.; CARNEIRO, A. V.; ALMEIDA, M. F. *et al.* O mercado lácteo brasileiro no contexto mundial in: STOCK, L. A.; ZOCCAL, R.; CARVALHO, G. R.; *et al.* **Competitividade do agronegócio do leite brasileiro**. 1 ed. Brasília: Embrapa, p.14-33, 2011.

SPINOSA, H. S.; GÓRNIK, S. L.; BERNARDI, M. M. **Farmacologia aplicada à medicina veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

STRASSBURGER, A. H.; CAYE, V. H. H.; COSTELLA, M. F. *et al.* Análise da variação da qualidade microbiológica do leite cru refrigerado: uma revisão sistemática da literatura. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 74, n. 1, p.60-72, 2019.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

VILLELA, D.; RESENDE, J. C.; LEITE, J. B. *et al.* A evolução do leite no Brasil em cinco décadas. **Revista de política agrícola**, ano: XXVI, nº 1, p.5-24, 2017.



DIVERSIDADE E POTENCIAL ENTEROTOXIGÊNICO DE *Staphylococcus* spp. ISOLADAS DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL DE QUEIJO COALHO

Maria de Fátima Borges

Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE

<http://lattes.cnpq.br/8165926287877284>

<https://orcid.org/0000-0001-7963-6324>

Edna Froeder Arcuri

Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

<http://lattes.cnpq.br/2708569792906444>

<https://orcid.org/0000-0001-5503-218X>

Renata Tiekko Nassu

Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP

<http://lattes.cnpq.br/7817354483081775>

<https://orcid.org/0000-0001-9868-898X>

Laura Maria Bruno

Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE

<http://lattes.cnpq.br/1158446812540403>

<https://orcid.org/0000-0002-0875-7716>

Ana Paula Colares de Andrade*

Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

<http://lattes.cnpq.br/5266504691393834>

<https://orcid.org/0000-0003-0554-4376>

Arnaldo Yoshiteru Kuaye

Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP

<http://lattes.cnpq.br/5774991608893244>

<https://orcid.org/0000-0002-0581-4519>

Informações sobre o

artigo:

Recebido em: 11/11/2020

Aceito em: 14/11/2020

Publicado em: 22/02/2021

Palavras-chave:

Produtos lácteos

Enterotoxinas estafilocócicas

Patógenos alimentares

Segurança alimentar

Métodos de detecção de

patógenos alimentares

RESUMO

O objetivo deste estudo foi determinar a diversidade e o potencial enterotoxigênico de espécies de *Staphylococcus* isoladas de uma linha de produção industrial de queijo de Coalho (Fortaleza, CE). Diluições decimais de 195 amostras, coletadas em diferentes pontos do processamento, foram inoculadas em ágar Baird Parker e incubadas a $35 \pm 1^\circ\text{C}$ / 24-48 horas. 125 isolados de *Staphylococcus* spp. foram selecionados para determinar o perfil das espécies usando o sistema API® Staph (BioMerieux, França) e testes complementares (lisostafina e antibióticos). Para confirmação da espécie *S. aureus*, 22 cepas previamente identificadas foram submetidas a PCR para amplificar um fragmento de 132pb do gene *femA*. O potencial enterotoxigênico de 32 cepas de *Staphylococcus* coagulase positiva e negativa, selecionadas de 108 identificadas, foi determinado pela amplificação de sequências específicas de sete genes (*sea*, *seb*, *sec*, *sed*, *see*, *sei* e *sej*) por PCR simples e multiplex. O gene *femA* foi encontrado em 17 cepas confirmando a identificação de 77,3% (17/22) das cepas de *S. aureus*. Os genes *sea* e *sec* foram detectados em 37,5% (12/32) das cepas avaliadas, com alta frequência (11/12) do gene *sec*. Entre as 12 cepas enterotoxigênicas, 50% foram coagulase-positivas e 50% negativas. A presença de *Staphylococcus* com potencial enterotoxigênico em queijos representa um problema de saúde pública, pois pode causar intoxicação estafilocócica ao consumidor e indica a necessidade de uma reavaliação dos padrões microbiológicos estabelecidos pela Legislação Brasileira.

DIVERSITY AND ENTEROTOXIGENIC POTENTIAL OF STAPHYLOCOCCUS SPP. ISOLATED FROM AN INDUSTRIAL CHEESE PRODUCTION LINE OF COALHO CHEESE

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the diversity and enterotoxigenic potential of *Staphylococcus* species isolated from an industrial production line of Coalho cheese (Fortaleza, CE). Decimal dilutions of 195 samples, collected at different points in the processing, were inoculated on Baird Parker agar and incubated at $35 \pm 1^\circ\text{C}$ / 24-48 hours. 125 isolates of *Staphylococcus* ssp. were selected to determine the species profile using the API® Staph system (BioMerieux, France) and complementary tests (lysozyme and antibiotics). To confirm the species *S. aureus*, 22 strains previously identified were submitted to PCR to amplify a 132bp fragment of the *femA* gene. The enterotoxigenic potential of 32 strains of positive and negative coagulase *Staphylococcus*, selected from 108 identified, was determined by amplifying specific sequences from seven genes (*sea*, *seb*, *sec*, *sed*, *see*, *sei* and *sej*) by simple and multiplex PCR. The *femA* gene was found in 17 strains confirming the identification of 77.3% (17/22) of *S. aureus* strains. The *sea* and *sec* genes were detected in 37.5% (12/32) of the strains evaluated, with high frequency (11/12) of the *sec* gene. Among the 12 enterotoxigenic strains, 50% were coagulase-positive and 50% negative. The presence of *Staphylococcus* with enterotoxigenic potential in cheese represents a public health problem, as it can cause staphylococcal intoxication to the consumer and indicates the need for a reevaluation of the microbiological standards established by the Brazilian Legislation.

Keywords:

Dairy products
Staphylococcal enterotoxins
Food pathogens
Food safety
Detection methods of food pathogens

1. INTRODUCTION

Coalho cheese is a typical product widely consumed in the Northeast region of Brazil. The production process across the region is divided into two segments: that of artisanal units, without any inspection, and that of medium and small dairy products, inspected by official bodies. However, many of these dairy products are deficient in the application of hygienic-sanitary procedures, necessary to guarantee microbiological safety and quality standardization. Among the pathogenic microorganisms that can contaminate Coalho cheese, the *Staphylococcus* genus stands out, which includes enterotoxin-producing species, mainly *S. aureus* (Borges et al., 2008; Pereira et al., 2017).

Staphylococcal enterotoxins (SE) are thermostable, water-soluble exoproteins, and resistant to the action of proteolytic enzymes in the digestive system, remaining active after ingestion (Le Loir et al., 2003). They are produced by *S. aureus*, *S. intermedius* (Becker et al., 2001; Stamford et al., 2006) and *S. hyicus* (Stamford et al., 2006). The production of enterotoxins by coagulase-negative *Staphylococcus* strains has also been reported in some studies (Guimarães et al., 2013; Andrade et al., 2011; Andrade et al., 2019), including with the record of some outbreaks (Veras et al., 2003; Borges et al., 2008; Veras et al., 2008).

Twenty types of enterotoxins have already been identified, which share common phylogenetic relationships, structure, function, and sequence homology (Dinges et al., 2000; Chiang et al., 2008; Larkin et al., 2009; Pinchuk et al., 2010; Kebkiba et al., 2018).

The *femA* gene is included in the *fem* gene family (*femA*, *femB*, *femC*, *femD*, *femE* and *femX*), which encode proteins called essential factors for methicillin resistance (Li et al., 2012). The genomic organization of the *fem* gene in some *Staphylococcus* species appears to be highly conserved, with alternating homologous regions (Manikandan et al., 2011). This gene is universally present in all strains of *S. aureus* and has been explored as a specific marker in the identification of this species, by amplifying a 132 bp fragment through the chain polymerization reaction (Paterson et al., 2014; Teixeira et al., 2014).

The relationship between new enterotoxins and staphylococcal intoxication is still not completely elucidated, as there are few reports in the literature about the occurrence of genes that encode these new enterotoxins (Veras et al., 2008; Arcuri et al., 2010). However, there are many reports on the occurrence of classic enterotoxins (SEA, SEB, SEC1, 2, 3, SED and SEE) in food, which demonstrates the impact on public health (Borges et al., 2008; Mansour et al., 2017; Andrade et al., 2019). This study aimed to determine the profile of *Staphylococcus* spp. present in a Coalho cheese production line and to characterize the enterotoxigenic potential of species by detecting genes encoding staphylococcal enterotoxins *sea*, *seb*, *sec*, *sed*, *see*, *sei* and *sej*.

2. MATERIAL AND METHODS

Staphylococcus spp. were isolated from 100 product samples (raw milk, pasteurized milk, curd, and cheese) and 95 samples of surfaces of equipment and utensils, collected at different points of a processing line, from five batches (I, II, III, IV, and V) production of Coalho cheese, from a dairy factory in the metropolitan region of Fortaleza, CE. Surface samples were collected after cleaning the production line, with the aid of molds (10 x 10 cm) using the sponge contact method (Evancho et al., 2001). Isolation was performed according to the methodology described in the Bacteriological Analytical Manual (Tallent et al., 2016). After a prior screening of 162 isolates by Gram stain, biochemical tests (production of catalase, coagulase, DNase), resistance to lysostaphin and furazolidone (a test that allows the differentiation of the genera *Staphylococcus* and *Micrococcus*), 125 isolates were selected, representing the different points of the production line, to characterize the

phenotypic profile through the API®-Staph system (BioMérieux®, France). To identify some species, it was necessary to carry out complementary tests, indicated by the manufacturer kit, and antibiotic resistance tests (Bannerman, 2003) such as polymyxin B 3000U (Cefar, Brazil) and novobiocin 5µg (Laborclin, Brazil) according to the recommendations of the National Committee for Clinical Laboratory Standard (NCCLS, 2003).

After the phenotypic characterization, 54 strains, representative of the species identified in the different stages of processing, were selected for genotypic identification of *S. aureus* and search for genes encoding staphylococcal enterotoxins.

For DNA extraction, a colony of each isolate grown on brain and heart infusion agar (Difco) at 35°C for 24 hours was used and streaked into brain and heart infusion broth (Difco). After incubation with shaking (250 xg) at 37°C for 14-18 hours, 1.6 ml of the culture was transferred to Eppendorf tube and centrifuged at 12,000 xg for 5 minutes. The supernatant was discarded and the cells were resuspended with 1 ml of TES buffer (1X) [N-tris (hydroxymethyl) methyl 1-2-aminoethenolsulfonic acid] and centrifuged at 12,000xg for 5 minutes. The supernatant was again discarded, the cells resuspended in 500 µL of TES buffer (1X) and agitated (vortex shaker). Then, 5 µL of lysostaphin (1mg / mL) and 10 µL of crude lysostaphin were added and, after shaking and incubating at 37 ° C for 30 minutes, 20 µL of 10% SDS (Dodecyl Sulfate) was added. The Eppendorf tube was slowly inverted several times and left to stand for 15 minutes. Then, 250 µL of phenol and 250 µL of a mixture of chloroform/isoamyl alcohol (24: 1) were added. After shaking and centrifuging at 12,000 xg for 5 minutes (twice), the DNA was precipitated with isopropanol (100%), centrifuged at 12,000 xg for 30 minutes, and the supernatant discarded (Hesselbarth and Schwarz, 1995). The DNA pellet was dried in an oven at 30 ° C and resuspended in 40 µL of purified water (Milli-Q Plus, Millipore). The DNA was quantified in a spectrophotometer (GeneQuantpro, Amersham Biosciences) and the concentration adjusted for the PCR.

The genotypic identification of *S. aureus* was carried out by amplifying a 132bp fragment of the *femA* gene, which is specific to the species. As a positive control for the reaction, *S. aureus* ATCC 25923 was used as a reference strain; in PCR the oligonucleotides primers *femA1* and *femA2* were used (Table 1) (Mehrotra et al., 2000). Amplification was performed in a Thermo Hybaid thermocycler (Model PxE Thermal Cycler - PxE 20102) using a 50 µL mixture, containing 1X of PCR buffer, 1.5 mM MgCl₂, 200 µM of each dNTP, 20 pmol of each oligonucleotide, 2, 5 U of Taq polymerase enzyme, 100 ng of bacterial DNA completing the volume to 50.0 µL with sterile ultrapure water (Mili - Q Plus, Millipore). The

amplification conditions used were an initial cycle at 94 °C for 4 min, followed by 5 cycles (denaturation at 94 °C for 45s, annealing at 56 °C for 45s and extension at 72 °C for 45s); 20 cycles (denaturation at 94 °C for 45s, annealing at 56 °C for 45s and extension at 72 °C for 45s) and a final cycle at 72 °C for 5 min. The amplified DNA fragments were visualized on an agarose gel (1.5%, w/v) stained with ethidium bromide solution (0.005%, w/v) and photographed in a photo documenter (Eagle Eye II, Stratagene).

The search for genes encoding *sea*, *seb*, *sec*, *sed*, *see*, *sei*, and *sej* enterotoxins was carried out on 32 strains, 13 of which were coagulase-positive and 19 coagulase-negative strains, belonging to nine species. For the detection of the *sea*, *seb*, *sec*, *sed* and *see* genes two conformations of the multiplex PCR (*sed* + *see*) and (*seb* + *sec*) and three simple PCRs (*sea*, *sei*, and *sej*) were used while utilizing the primers listed in Table 1. The reference strains *S. aureus* ATCC 13565 (*sea*), *S. aureus* ATCC 14458 (*seb*), *S. aureus* ATCC 19095 (*sec*), *S. aureus* ATCC 23235 (*sed*), *S. aureus* ATCC 27664 (*see*), *S. aureus* 92-2966 (*sei*), and *S. aureus* 92-2221 (*sej*) were used as a positive control for the reaction. The reactions were carried out under conditions described by Rosec and Gigaud (2002), with some modifications proposed by Angelo et al. (2007). The gene amplification was performed in a Thermo Hybaid thermocycler (Model PxE Thermal Cycler - PxE 20102) using a 50µL mixture, containing 1X of PCR buffer, 1.5 mM MgCl₂, 200 µM of each dNTP, 20 pmol of each oligonucleotide, 2U of Taq polymerase enzyme, 100 ng of bacterial DNA, making up to 50 µL with sterile Mili-Q water.

Table 1. Nucleotide sequences, gene location and predicted size of PCR products for the staphylococcal enterotoxins and *femA* genes specific oligonucleotide primers.

| Gene | Primer | Oligonucleotide sequence (5'– 3') | Location | Size of PCR product (bp) | Reference |
|-------------|---------------|-----------------------------------|-----------|--------------------------|--------------------------|
| <i>sea</i> | SEA 1 | ACG ATC AAT TTT TAC AGC | 203-222 | 544 | Betley, Mekalanos (1985) |
| | SEA 2 | TGC ATG TTT TCA GAG TTA ATC | 726-746 | | |
| <i>seb</i> | SEB 1 | GAA TGA TAT TAA TTC GCA TC | 621-640 | 416 | Jones, Khan (1986) |
| | SEB 2 | TCT TTG TCG TAA GAT AAA CTT C | 1015-1036 | | |
| <i>sec</i> | SEC 1 | GAC ATA AAA GCT AGG AAT TT | 1015-1036 | 257 | Bohach, Schievert (1987) |
| | SEC 2 | AAA TCG GAT TAA CAT TAT CCA | 912-932 | | |
| <i>sed</i> | SED 1 | TTA CTA GTT TGG TAA TAT CTC CTT | 329-352 | 334 | Betley, Mekalanos (1985) |
| | SED 2 | CCA CCA TAA CAA TTA ATG C | 644-662 | | |
| <i>see</i> | SEE 1 | ATA GAT AAA GTT AAA ACA AGC AA | 490-512 | 170 | Omoe et. al. (2003) |
| | SEE 2 | TAA CTT ACC GTG GAC CC | 643-659 | | |
| <i>sei</i> | SEI 1 | TGG AAC AGG A ATA GAT AAA GTT | 11-30 | 467 | Munson et al. (1998) |
| | SEI 2 | AAA ACA AGC AA | 458-417 | | |
| <i>sej</i> | SEJ 1 | CAG CGA TAG CAA AAA TGA AAC A | 979-1000 | 426 | Omoe et al. (2003) |
| | SEJ 2 | TCA AGC GGA ACA ACA GTT CTG A | 1383-1404 | | |
| <i>femA</i> | <i>femA</i> 1 | AAA AAA GCA CAT AAC AAG CG | 1444-1556 | 132 | Mehrotra et al. (2000) |
| | <i>femA</i> 2 | GAT AAA GAA GAA ACC AGC AG | 1575-1556 | | |

Fonte: Elaborado pelos autores.

The amplification conditions used were an initial cycle at 94 °C for 3 min, followed by 35 cycles of denaturation at 94 °C for the 30s, annealing at 57 °C for 30s, and extension at 72 °C for 30s and a final cycle at 72 °C for 10min. The amplified DNA fragments were visualized on an agarose gel (1.5%, w/v) stained with ethidium bromide solution (0.005%, w/v) and photographed in a documentary photo (Eagle Eye II, Stratagene).

3. RESULTS AND DISCUSSION

The diversity of species of the genus *Staphylococcus* found in the processing line was quite variable. Among the 125 selected isolates, 108 (Table 2) strains distributed among 12 species were identified, three of which were positive coagulase (*S. aureus*, *S. hyicus* and *S. intermedius*) and nine were negative coagulase (*S. capitis*, *S. caprae*, *S. cohnii cohnii*, *S. epidermidis*, *S. lentus*, *S. haemolyticus*, *S. hominis*, *S. saprophyticus* and *S. xylosus*). There was a prevalence of *S. aureus* in the samples of raw milk (10), gloves of handlers (8), and cheese (3), while for the other samples a predominance of coagulase-negative species was observed (Table 2). The prevalence of *S. aureus* has been verified in dairy products, mainly in raw milk and cheeses (Tigre and Borelli, 2010; Borelli et al., 2011; Teixeira et al., 2014), however coagulase-negative species have been isolated with higher frequency (Borges et al., 2008; Borelli et al., 2011; Andrade et al., 2019).

Amplification of the 132 bp fragment of the *femA* gene was observed in 17 strains of *S. aureus* (Table 3), confirming the phenotypic identification of 77.3% (17/22) of the strains analyzed. Veras et al. (2008) detected the presence of this gene in 100% (15/15) of isolates from dairy products involved in outbreaks of staphylococcal intoxication. A similar result was found by Pelisser et al. (2009) who found the presence of the *femA* gene in 89.2% (91/102) of coagulase-positive *Staphylococcus* strains isolated from cheeses and meat products.

Table 2. Phenotypic identification of 108 cepas de *Staphylococcus* isolated from different points during Coalho cheese manufacture.

| Sample | Specie (Number of isolate) |
|--|--|
| Raw milk | <i>S. aureus</i> (10), <i>S. caprae</i> (5), <i>S. haemolyticus</i> (2), <i>S. hyicus</i> (7), <i>S. intermedius</i> (5), <i>S. xylosus</i> (5) |
| Reception-tank surface | <i>S. caprae</i> (4), <i>S. cohnii cohnii</i> (1), <i>S. epidermidis</i> (2), <i>S. lentus</i> (1), <i>S. xylosus</i> (2) |
| Pasteurized milk | <i>S. capitis</i> (1), <i>S. cohnii cohnii</i> (1), <i>S. lentus</i> (2), <i>S. saprophyticus</i> (1) |
| Pasteurizer tuber | <i>S. saprophyticus</i> (2) |
| Coagulation-tank surface | <i>S. lentus</i> (2) |
| Cutter of curd (stainless steel frame) | <i>S. xylosus</i> (1) |
| Curd | <i>S. caprae</i> (1), <i>S. epidermidis</i> (2), <i>S. hominis</i> (2), <i>S. xylosus</i> (1) |
| Table (stainless steel) | <i>S. aureus</i> (1), <i>S. epidermidis</i> (1), <i>S. xylosus</i> (1), <i>S. saprophyticus</i> (1) |
| Gloves of the handler | <i>S. aureus</i> (8), <i>S. epidermidis</i> (7), <i>S. saprophyticus</i> (1), |
| Ripening shelf chamber | <i>S. lentus</i> (1), <i>S. xylosus</i> (2). |
| Packaging table room | <i>S. epidermidis</i> (3), <i>S. lentus</i> (1), <i>S. xylosus</i> (2). |
| Coalho cheese | <i>S. aureus</i> (3), <i>S. cohnii cohnii</i> (1), <i>S. epidermidis</i> (6), <i>S. haemolyticus</i> (1), <i>S. lentus</i> (1), <i>S. xylosus</i> (4) |
| Storage shelf chamber | <i>S. epidermidis</i> (3) |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Table 3. Identification of *S. aureus* strains isolated in batches of Coalho cheese manufacture.

| Batch processed | Sample | Identification of methods | |
|-----------------|--------------------|-----------------------------------|----------------------|
| | | API® Staph | femA specific PCR |
| I | Raw milk | <i>S. aureus</i> (2) ^a | <i>S. aureus</i> (2) |
| II | Raw milk | <i>S. aureus</i> (3) ^a | <i>S. aureus</i> (3) |
| III | Raw milk | <i>S. aureus</i> (4) ^a | <i>S. aureus</i> (4) |
| | Glove ^c | <i>S. aureus</i> (1) ^a | INC ^b |
| IV | Raw milk | <i>S. aureus</i> (5) ^a | <i>S. aureus</i> (5) |
| | Raw milk | <i>S. aureus</i> (2) ^a | <i>S. aureus</i> (2) |
| V | Cheese | <i>S. aureus</i> (2) ^a | INC ^b |
| | Equipment surfaces | <i>S. aureus</i> (1) ^a | INC ^b |
| | Glove ^c | <i>S. aureus</i> (1) ^a | INC ^b |
| | Glove ^c | <i>S. aureus</i> (1) ^a | <i>S. aureus</i> (1) |

(^a) The parenthesis number is the number of strains evaluated; ^b INC: Identification not confirmed specific PCR; ^c Gloves of handlers.

Fonte: Elaborado pelos autores.

The results of the research of the seven enterotoxin genes demonstrated the presence of the classic enterotoxin genes *sea* and *sec* in 37.5% (12/32) of strains from raw milk, curd, cheese, and from the maturation chamber shelf (Table 4 and Figures 1 and 2). The *sec* gene was detected in 91.7% of the strains (11/12), including positive and negative coagulase species, while the *sea* gene was found in only one (8.3%) strain identified by API-STAPH® as *S. xylosus* (Table 4). The *seb*, *sed*, *see*, *sei*, and *sej* genes were not detected.

Table 4. PCR for staphylococcal enterotoxins genes in 12 strains de *Staphylococcus* spp. isolated from batches of Coalho cheese manufacture.

| Batch processed | Sample | Strains ^a /Number of strains | Coagulase | Genes |
|-----------------|------------------------|---|-----------|------------|
| I | Raw milk | <i>S. aureus</i> (2) | + | <i>sec</i> |
| | Curd | <i>S. xylosum</i> (1) | - | <i>sec</i> |
| II | Raw milk | <i>S. aureus</i> (1) | + | <i>sec</i> |
| | Ripening shelf chamber | <i>S. xylosum</i> (1) | - | <i>sea</i> |
| III | Raw milk | <i>S. xylosum</i> (1) | - | <i>sec</i> |
| | Cheese | <i>S. haemolyticus</i> (1) | - | <i>sec</i> |
| IV | Raw milk | <i>S. hyicus</i> (1) | - | <i>sec</i> |
| | | <i>S. hyicus</i> (2) | + | <i>sec</i> |
| | | <i>S. intermedius</i> (1) | + | <i>sec</i> |

^a API® Staph biochemical identification (BioMérieux, France)

Fonte: Elaborado pelos autores.

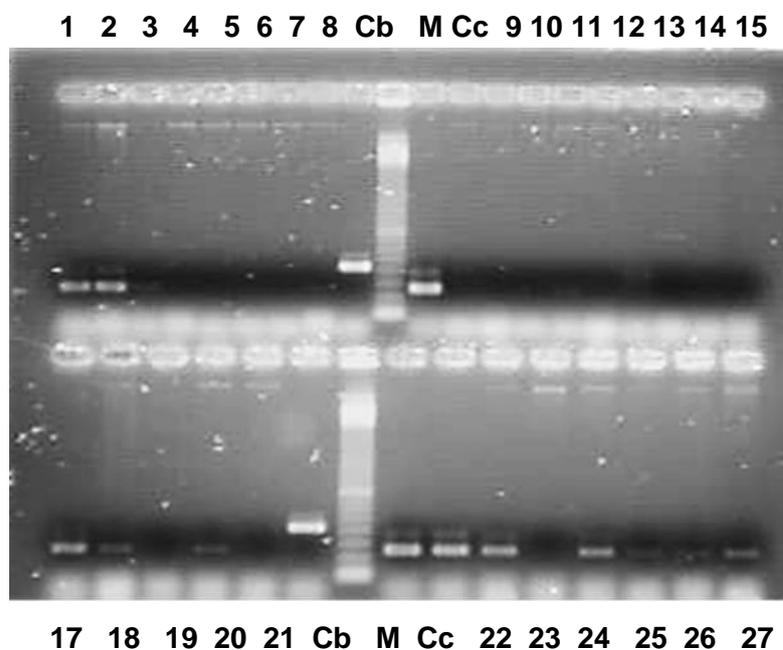


Figure 1. Multiplex PCR results for the detection of the genes *seb* (416 bp) e *sec* (257 bp). Line Cb: *S. aureus* reference strain ATCC 14458 (*seb*); Line Cc *S. aureus* reference strain ATCC 19095 (*sec*). Lines 1, 2, 17, 18, 20, 22, 23, 25, 26, 27 e 28 were positive for *sec*. Line B: negative control; line M: 100bp DNA ladder.

Fonte: Elaborado pelos autores.

The occurrence of genes encoding enterotoxins in *Staphylococcus* strains isolated from milk and dairy products varies widely and the detected genes are quite diverse. Rall et al. (2008) observed a higher occurrence (68.4%) and diversity of genes (*sea* to *see*, *sec*, *sei*, *seb*, and *sej*) in strains of *Staphylococcus* isolated from raw and pasteurized milk. The presence of classical enterotoxin genes was also found in 37% of *Staphylococcus* isolates from raw milk (Adwan et al., 2005). Nájera-Sánchez et al. (2003) reported the occurrence of classical

enterotoxin genes (*sea*, *seb*, *sec*, *sed* and *see*) in 94.1% (48/51) of *S. aureus* strains isolated from food.

Among the 12 strains of *Staphylococcus* that presented genes encoding enterotoxins, 50% (6/12) were coagulase-positive species, such as *S. aureus*, *S. hyicus* and *S. intermedius*. The other 50% (6/12) were coagulase-negative, distributed among the species *S. haemolyticus*, *S. hyicus* (non-coagulase producing strains) and *S. xylosus* (Table 4), indicating a high frequency of strains that are not coagulase producing. This result is worrying since the Brazilian legislation establishes only the count of positive coagulase *Staphylococcus* in food (BRASIL, 2001).

Thus, coagulase-negative *Staphylococcus*, with enterotoxigenic potential, might be underestimated in food quality control analyzes. Therefore, the ideal would also be to perform the detection of genes and enterotoxins in the food to control the food quality and to elucidate outbreaks of food poisoning.

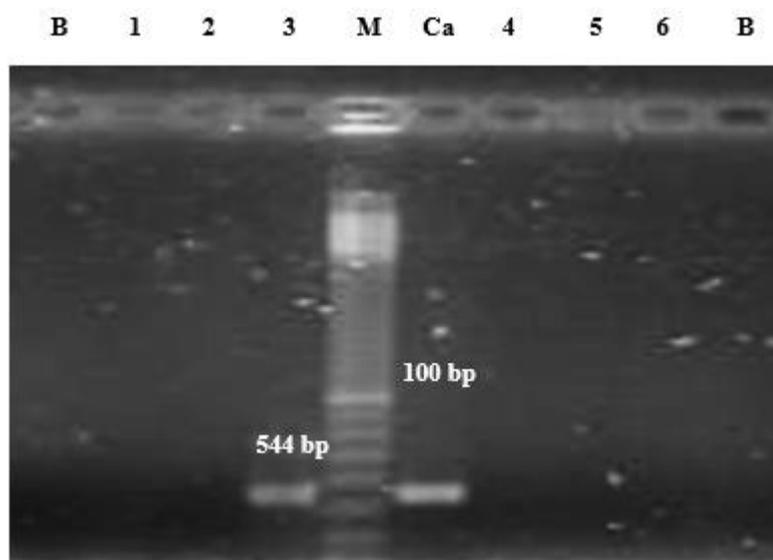


Figure 2. Uniplex PCR results for the detection of the gene *sea* (544 bp) Line Ca: *S. aureus* reference strain ATCC 13565 (*sea*). Line 3 was positive for *sea*. Line B: negative control; line M: 100pm DNA ladder.

Fonte: Elaborado pelos autores.

4. CONCLUSION

The profile of contaminating *Staphylococcus* from the Coalho cheese production line is quite diverse, distributed in 12 species, having a high prevalence of negative coagulase strains. The high frequency of coagulase-negative strains, with enterotoxigenic potential, detected in the Coalho cheese production line, indicates the need for a reevaluation of the

microbiological standards, established by the Brazilian Legislation, which until now correlate to the production of the coagulase enzyme with the production capacity of enterotoxins by *Staphylococcus* spp.

5. ACKNOWLEDGEMENT

To the National Council for Scientific and Technological Development (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq), the Oswaldo Cruz Foundation / INCQS, Interregional Laboratoire de la DGCCRF, France.

6. CONFLICT OF INTEREST STATEMENT

The authors declare no conflict of interest. The founding sponsors had no role in the design of the study; in the collection, analysis, or interpretation of data; in the writing of the manuscript and in the decision to publish the results.

7. AUTHOR'S CONTRIBUTION

All authors contributed equally to the execution of the work.

REFERÊNCIAS

ADWAN, G. et al. Enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* in raw milk in the North of Palestine. **Turkish Journal of Biology**, v.29, p.229-232, 2005.

ANDRADE, A.P.C. et al. Diversity of *Staphylococcus* coagulase positive and negative strains of coalho cheese and detection of enterotoxin encoding genes. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**. v.36. n. 1, jan./jun. 2019.

ANDRADE, A.P.C. et al. Perfil de *Staphylococcus* Coagulase Positiva e Negativa Contaminantes de Queijo de Coalho. **Boletim de Pesquisa Embrapa**. v. 52. p.1-18. 2011..

ANGELO, F.F. et al. Avaliação da presença de genes para enterotoxinas, pela técnica de PCR multiplex, em *Staphylococcus aureus* isolados de mastite bovina na Zona da Mata Mineira. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. v.62, p.410-413, 2007.

- ARCURI, E. F. et al. Toxigenic status of *Staphylococcus aureus* isolated from bovine raw milk and minas frescal cheese in Brazil. **Journal of Food Protection**. v.73, p.2225–2231, 2010.
- BANNERMAN, T.L. *Staphylococcus*, *Micrococcus*, and other catalase-positive cocci that grow aerobically. In: MURRAY, P.R.; BARON, E.J.; JORGENSEN, J.H. et al. (Eds.). **Manual of clinical microbiology**. Washington: American Society for Microbiology, p.384-404. 2003.
- BECKER, K. et al. Enterotoxigenic potential of *Staphylococcus intermedius*. **Applied and Environmental Microbiology**. v.67, p.5551-5557, 2001.
- BETLEY, M.J. et al. Staphylococcal enterotoxin A is encoded by phage. **Science**. v.229, p.185-187, 1985.
- BIDJEH KEBKIBA *et al.* Staphylococcal Enterotoxins. **Journal of Microbiology Research**. v. 8, n.1, p. 19-22. 2018.
- BOHACH, G.A. et al. Nucleotide sequence of the staphylococcal enterotoxin C₁ gene and relatedness to other pyrogenic toxins. **Molecular Genetics and Genomics**. v.209, p.15-20, 1987.
- BORELLI, B.M. et al. Identification of *Staphylococcus* spp. isolated during the ripening process of a traditional Minas cheese. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.63, p.481-487, 2011.
- BORGES, M.F. et al. Perfil de contaminação por *Staphylococcus* e suas enterotoxinas e monitorização das condições de higiene em uma linha de produção de queijo de Coalho. **Revista Ciência Rural**. v.38, p.1431-1438, 2008.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução RDC nº 12 de 02 de Janeiro de 2001. Aprova regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Ministério da Saúde.
- CHIANG, Y.C. et al. PCR detection of Staphylococcal enterotoxins (SEs) N, O, P, Q, R, U, and survey of SE types in *Staphylococcus aureus* isolates from food-poisoning cases in Taiwan. **International Journal of Food Microbiology**. v.121, p.66-73, 2008.
- DINGES, M.M. et al. Exotoxins of *Staphylococcus aureus*. **Clinical Microbiology Reviews**. v. 13, p.16-34, 2000.
- EVANCHO, G.M. et al. Microbiological monitoring of the food processing environment. In: Downes, F.P.; Ito, K. (eds.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4 ed. Washington: American Public Health Association, 2001. p. 25-35.
- GUIMARÃES, F. F et al. Enterotoxin genes in coagulase-negative and coagulase-positive staphylococci isolated from bovine milk. **Journal Dairy Science**. v. 96, n.5, p.2866–2872, 2013.
- HESSELBARTH, J. et al. Comparative ribotyping of *Staphylococcus intermedius* from dog, pigeons, horses and mink. **Veterinary Microbiology**. v. 45, p. 11-17, 1995.
- JONES, C.L. et al. Nucleotide sequence of the enterotoxin B gene from *Staphylococcus aureus*. **Journal of Bacteriology**, v. 166, n.1, p. 20-33, 1986.
- LARKIN, E. A. et al. *Staphylococcus aureus*: The toxic presence of a pathogen extraordinaire. **Current Medicinal Chemistry**. v.16, n.30, p.4003-4019, 2009.
- LE LOIR, Y. et al. *Staphylococcus aureus* and food poisoning. **Genetics and Molecular Research**. v.2, n.1, p.63-76, 2003.

- LI, X. et al. The role of *femA* regulating gene on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* clinical isolates. **Médecine et maladies infectieuses**. v.42, n.5, p.218-25,2012.
- MANIKANDAN, S. et al. Isolation and amplification of *femA* gene from MRSA isolates. **International Journal of Pharma and Bio Sciences**. v.2, n.3, p. 28-35. 2011.
- MANSOUR, A. S. et al. Detection of *Staphylococcus aureus* enterotoxigenic strains in bovine raw milk by reversed passive latex agglutination and multiplex polymerase. **Veterinary World**. v.10, n.8, p.843-847, 2017.
- MEHROTRA, M. et al. Multiplex PCR for detection of genes for *Staphylococcus aureus* enterotoxins, exfoliative toxins, toxic shock syndrome toxin 1, and methicillin resistance. **Journal of Clinical Microbiology**. v.38, n.3, p.1032-1035, 2000.
- MUNSON, S.H. et al. Identification and characterization staphylococcal enterotoxins of type G and from *Staphylococcus aureus*. **Infection and Immunity**. v.66, n.7, p.3337-3348, 1998.
- NATIONAL COMMITTEE FOR CLINICAL LABORATORY STANDARDS - NCCLS. Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests; Approved Standard. 8th ed. Wayne: NCCLS, 2003. (NCCLS document M2-A8).
- OMOE, K. et al. Identification and characterization of a new staphylococcal enterotoxin- related putative toxin encoded by to kinds of plasmids. **Infection and Immunity**. v.71, p.6088-6094, 2003.
- OMOE, K. et al. Detection of *seg*, *seb*, and *sei* genes in *Staphylococcus aureus* isolates and determination of the enterotoxin productive of *S. aureus* isolates harboring *seg*, *seb*, or *sei* genes. **Journal of Clinical Microbiology**. v.40, n.3, p.857-862, 2002.
- PATERSON G.K. et al. The emergence of *mecC* methicillin resistant *Staphylococcus aureus*. **Trends in Microbiology**. v.22, n.1, p. 42-47, 2014.
- PELLISSIER, M.R. et al. Occurrence of *Staphylococcus aureus* and multiplex PCR detection of classic enterotoxin genes in cheese and meat products. **Brazilian Journal of Microbiology**. v.40, n.1, p.145-148, 2009.
- PEREIRA, T. et al. *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* sp. em queijos de coalho artesanais produzidos em São Rafael, Rio Grande do Norte. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v.12, n.2, p.358-361, 2017.
- PINCHUK, I. V. et al. Staphylococcal enterotoxins. **Toxins**. v.2, n.8, p.2177–2197, 2010.
- RALL, V.M.L. et al. PCR detection of staphylococcal enterotoxins genes in *Staphylococcus aureus* strains isolated from raw and pasteurized milk. **Veterinary Microbiology**. v.132, n.3-4, p.408-413, 2008.
- ROSEC, J.P. et al. Staphylococcal enterotoxin genes of classical and new types detected by PCR in France. **International Journal of Food Microbiology**, v.77, p.61-70, 2002.
- STAMFORD, T.L.M.; SILVA, C.G.M.; MOTA, R.A. et al. Enterotoxigenicidade de *Staphylococcus* spp. isolados de leite in natura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.26, p.41-45, 2006.
- TALLENT, S. et al. *Staphylococcus aureus*. In: Food Drug Administration (Ed.). Bacteriological analytical manual online. Gaithersburg: **AOAC International**, 2016. Chap. 12.
- TEIXEIRA JP, SÍLVA N, FONSECA LM, COSTA GM. Uso de PCR Duplex para detecção dos genes *femA* e *mecA* e determinação da concentração inibitória mínima (CIM) em *Staphylococcus aureus* isolados de leite cru. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, 2014; 73(3):272-9

TIGRE, D. M.; BORELLY, M.A.N. (2011). Pesquisa de Estafilococos coagulase-positiva em amostras de "queijo coalho" comercializadas por ambulantes na praia de Itapuã. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**. Salvador, v.10, n.2, p.162-166.

VERAS, J.F.; CARMI, L.S.; TONG, L.C. et al. A study of enterotoxigenicity of coagulase-negative and coagulase-positive staphylococcal isolates from food poisoning outbreaks in minas gerais, Brazil. **International Journal of Diseases**. v.12, p.410-415, 2008.



MÉTODOS ANALÍTICOS APLICADOS A PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL

Michelle Costa e Silva

Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Medicina Veterinária (FAVET), Fortaleza - Ceará.

<http://lattes.cnpq.br/2140592626597725>

<https://orcid.org/0000-0003-3563-3812>

Isaac Neto Goes da Silva

Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Medicina Veterinária (FAVET), Fortaleza - Ceará.

<http://lattes.cnpq.br/1191488997675957>

<https://orcid.org/0000-0002-6055-1790>

Aline Maia Silva

Faculdade Terra Nordeste (Fatene), Faculdade de Medicina Veterinária, Caucaia – Ceará.

<http://lattes.cnpq.br/1304524070155243>

<https://orcid.org/0000-0002-0925-0319>

Karina Gatti de Abreu

Faculdade Terra Nordeste (Fatene)

<http://lattes.cnpq.br/2901223962560526>

<https://orcid.org/0000-0003-2694-0589>

Maria Carliane de Freitas Fernandes

Faculdade Terra Nordeste (Fatene)

<http://lattes.cnpq.br/3742431376666734>

<https://orcid.org/0000-0002-1503-0048>

Karina Maria de Macedo Santos

Faculdade Terra Nordeste (Fatene)

<http://lattes.cnpq.br/2705611069887789>

<https://orcid.org/0000-0002-1388-0815>

Andreza Pereira Braga

Universidade Estadual do Ceará

<http://lattes.cnpq.br/8036952256071109>

<https://orcid.org/0000-0002-2095-3613>

Informações sobre o

artigo:

Recebido em: 20/11/2020

Aceito em: 27/11/2020

Publicado em: 22/02/2021

Palavras-chave:

Ciência

Indústria

Análises

Alimentos

RESUMO

A busca pela qualidade em produtos de origem animal tem feito com que as indústrias venham utilizando tecnologias já estudadas e desenvolvidas cientificamente, a fim de obter maior identificação de qualidade, detecção de fraudes, como também a possibilidade de elaboração de produtos industrializados diferenciados. São vários os métodos analíticos utilizados na avaliação de produtos de origem animal, dentre os quais se destacam a cromatografia, processamento de alta pressão hidrostática, radiação, espectroscopia, ELISA e PCR. No entanto, a importância e a relevância destes, sua forma de utilização e propósito ainda são pouco divulgados. Diante disso, este capítulo tem como objetivo demonstrar as principais tecnologias que vem sendo estudadas cientificamente e incorporadas pelo setor industrial para a identificação de fraudes, melhoria da qualidade e diversidade dos produtos de origem animal comercializados mundialmente.

ANALYTICAL METHODS APPLIED TO PRODUCTS OF ANIMAL ORIGIN

ABSTRACT

Keywords:

Science
Industry
Analysis
Food

The search for quality in products of animal origin has led the industries to use technologies that have already been studied and developed scientifically, in order to obtain greater quality identification, fraud detection, as well as the possibility of preparing differentiated industrialized products. There are several analytical methods used in the evaluation of products of animal origin, among which stand out chromatography, high hydrostatic pressure processing, radiation, spectroscopy, ELISA and PCR. However, the importance and relevance of these, their form of use and purpose are still little known. In light of this, this chapter aims to demonstrate the main technologies that have been studied scientifically and incorporated by the industrial sector to identify fraud, improve the quality and diversity of products of animal origin marketed worldwide.

1. INTRODUÇÃO

Um dos principais objetivos da indústria de alimentos é desenvolver processos tecnológicos para produção de alimentos com alta qualidade, garantindo segurança e manutenção das características nutricionais e organolépticas exigidas pelos consumidores.

Com relação a produtos industrializados de origem animal, muitos métodos têm sido estudados e aplicados com a finalidade de segurança alimentar, mensuração de substâncias relacionadas a qualidade.

Abordagens analíticas também têm sido utilizadas com a finalidade de autenticação de alimentos de origem animal, com ênfase na determinação de ingredientes, a fim de investigar adulterações. Nesse sentido, a fim de obter resultados confiáveis, a indústria tem utilizado para a autenticação de alimentos de origem animal várias técnicas como cromatografia líquida (LC) e cromatografia gasosa (GC), técnicas de espectroscopia vibracional, como infravermelho próximo (NIR) e infravermelho médio (MIR), espectroscopia Raman, com imagem hiperespectral (HSI), espectroscopia nuclear de ressonância magnética (NMR), além de técnicas como microscopia óptica e infravermelho, espectroscopia de ressonância de spin eletrônico (ESR), reação em cadeia da polimerase (PCR) e ensaios enzimáticos (ELISA) (ABBAS et al., 2017).

O monitoramento da qualidade de alimentos tem envolvido também técnicas de mensuração e eliminação de contaminantes microbiológicos em produtos de origem animal, que é de relevância para a segurança alimentar do consumidor. Nos últimos 25 anos, cientistas de alimentos têm dedicado amplamente suas pesquisas para o avanço de processos não térmicos para destruição de microrganismos patogênicos em alimentos, dentre os quais

podem ser citados: processamento de alta pressão (HYGREEVA; PANDEY, 2016), campos elétricos pulsados (BARBA, PARNIAKOV et al., 2015), óleos essenciais (JAYASENA; JO, 2013) e plasma frio. Esse último, constitui-se em um método não-térmico rápido e eficaz para aplicações em alimentos industrializados com a finalidade de promover um processo de descontaminação por inativação microbiológica através de uma mistura de gases neutros ionizados submetidos a uma voltagem que garantem a segurança alimentar (MISRA; JO, 2013).

Embora exista uma grande variedade de métodos analíticos que vem sendo estudados e utilizados na indústria de alimentos de origem animal, a real importância e relevância dessas aplicações para a qualidade dos produtos de proteína animal a serem comercializados para a população ainda é pouco divulgada.

Diante disso, este capítulo tem como objetivo demonstrar as principais tecnologias que vem sendo estudadas cientificamente e incorporadas pelo setor industrial para a melhoria da qualidade e diversidade dos produtos de origem animal comercializados mundialmente.

2. PROCESSAMENTO DE ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA

Pesquisas têm avançado no sentido da utilização de tecnologias que alterem o mínimo possível as características originais (sabor, cor, aroma e composição nutricional) dos alimentos, mantendo as propriedades benéficas dos produtos, resultando em produtos com valor agregado e despertando novas expectativas para a agricultura e para a indústria. Entre essas tecnologias se destacam os métodos de conservação não térmicos como o processamento de alta pressão hidrostática (BINOTI; RAMOS, 2015).

A tecnologia de Processamento com Alta Pressão Hidrostática (APH) tem-se destacado como inovadora, englobando os requisitos de uma tecnologia que preserva a qualidade do produto, sem acarretar danos ao meio ambiente. Trata-se de um tratamento não térmico e que utiliza pressões elevadas, com opções concomitantes de variação de tempo. Esse método possui um diferencial de aumentar a vida útil do produto, controlando o crescimento de micro-organismos e mantendo as características originais do produto, sensorial e nutricional (CANTOIA; FEIHRMANN, 2017).

A eficácia da inativação de agentes patógenos pela técnica de APH está mais ligada à intensidade da pressão aplicada do que com o tempo com que a mesma é exercida (MENDONÇA, 2012). Em produtos alimentícios embalados a vácuo se usa um meio de

compressão líquido a uma pressão constante, entre 200 a 600MPa. O tempo de descompressão e a temperatura do líquido variam de acordo com tamanho do produto e da composição do alimento (RENDUELES et al., 2011).

3. CROMATOGRAFIA

Conquistas na área de cromatografia, espectrometria de massa e olfatometria têm contribuído para o desenvolvimento de testes para o teor de compostos voláteis em materiais alimentares como leite, queijo ou carne.

A análise desses compostos é cada vez mais aplicada a produtos regionais que são comumente caracterizados por diferentes propriedades olfativas. Testes cromatográficos e olfatométricos em produtos de origem animal, em conjunto com a quimiometria, pode contribuir para o desenvolvimento de características e ajudam a identificar a origem dos produtos. Esses testes estão se tornando inseparáveis integra a política de promoção de produtos regionais com sabores e propriedades olfativas específicas (GASIOR; WOJTYCZA, 2016).

Nos últimos anos, avanços significativos foram feitos na área de inspeção de substâncias em alimentos. Têm sido estudados procedimentos de preparação de amostras associados a técnicas cromatográficas acopladas a espectrometria de massa para determinação dos níveis de vários resíduos de medicamentos veterinários em alimentos de origem animal (PRESTES et al., 2013).

A cromatografia iônica acoplada a espectrometria de massa de alta resolução (IC-HRMS) é uma metodologia utilizada para detecção de herbicidas em diferentes alimentos de origem animal. A importância da verificação de herbicidas à base de glifosato (Gly-BHs) se dá pelo fato de que segundo a Agência Internacional para pesquisa do Câncer essas substâncias são carcinogênicas (CHIESA et al., 2019).

4. RADIAÇÃO

Embora irradiação seja cada vez mais usada para o tratamento de vários alimentos em todo o mundo, sua utilização na União Europeia é limitada e mesmo decrescente. A

legislação é restrita só permite o tratamento de irradiação de ervas secas e pernas de rã (FELICIANO, 2018).

A irradiação é utilizada com o propósito de impedir o desenvolvimento de bactérias e fungos, evitar o uso de conservantes químicos, conservar especiarias, matar e/ou ocasionar esterilidade em parasitas, insetos e seus ovos e larvas que causam a deterioração nos alimentos. O tipo de radiação mais empregada no processo de conservação de alimentos é a do tipo Gama, entretanto também são usados em menor escala raios X e feixe de elétrons (RODRIGUES, 2019).

Apesar de ser um processo comprovadamente eficaz na conservação de alimentos, a irradiação encontra diversas barreiras que impedem sua difusão e maior amplitude no cenário industrial alimentício mundial. Um dos maiores entraves encontrados, é a visão preconceituosa estabelecida pelos consumidores, que sempre associam o processo com desastres como Hiroshima, Chernobyl e Goiânia, onde milhares de pessoas morreram por contaminação radioativa (MARTINS, 2016).

A irradiação por feixes de elétrons é um tipo de irradiação muito utilizada em alimentos e é usada para inativação microbiana utilizando elétrons de alta energia, acelerados quase à velocidade da luz. As altas energias resultantes (até 12 milhões de elétron-volts) são capazes de penetrar uniformemente materiais alimentícios. Os alimentos são normalmente colocados em paletes para grande rendimento e a dose recebida é controlada por meio da manipulação da corrente do feixe e o comprimento de varredura do feixe (MCFADDEN et al., 2017).

5. ESPECTROSCOPIA

A espectroscopia é um método em que há a interação entre a radiação eletromagnética e as matérias, no caso os alimentos.

Vários tipos de espectroscopia têm sido utilizados na avaliação de alimentos. A análise microbiológica é muito importante na determinação da qualidade de produtos de origem animal. Tecnologia de espectroscopia de fluorescência tem sido estudada para avaliar a qualidade microbiana de produtos alimentícios de forma rápida e não destrutiva, onde espectros de faixa de comprimentos de onda diferentes permitem quantificar microrganismos contaminando os alimentos. A aplicação dessas tecnologias espectroscópicas tem detectado microrganismos relacionados à deterioração principalmente

na carne bovina, onde esses métodos permitem verificar presença de cepas bacterianas de *E. coli*, *Pseudomonas sp.* e do gênero Enterobacteriaceae (HE; SUN, 2015).

A espectroscopia de emissão de chama atômica também tem sido utilizada para determinar os níveis de cloreto de sódio em alimentos cárneos, como salsichas e presuntos, associando os níveis desse sal à presença de patógenos como *Staphylococcus sp.* e *Salmonella spp.* (RAYBAUDI-MASSILIA et al., 2019).

Atualmente tem se destacado como ferramenta eficiente para autenticação de alimentos devido apresentar como principais vantagens a alta sensibilidade, rapidez e simplicidade quando comparados aos métodos tradicionais químicos, cromatográficos e moleculares. Os métodos espectroscópicos têm a capacidade de monitorar o conteúdo dos componentes bioquímicos com base em informações valiosas sobre a composição química, propriedades estruturais, resistência de interações, natureza dos locais ativos e ambientes moleculares (ESTEKI et al., 2018).

O uso combinado da espectroscopia com outros métodos de análise faz surgir ferramentas poderosas na detecção de fraudes em alimentos, por meio da verificação de contaminantes e adulterantes. Nos últimos anos vem aumentando substancialmente os estudos científicos que relatam a identificação de vários problemas de autenticidade em alimentos por meio da utilização conjunta de espectroscopia vibracional, ressonância magnética nuclear e espectroscopia de fluorescência, demonstrando o enorme potencial dessas técnicas na luta contra a fraude alimentar (HASSOUN et al., 2020).

6. ELISA

O ELISA é um teste imunoenzimático que tem sido utilizado para vários fins dentro da indústria de alimentos de produtos de origem animal. Uma das aplicações dessa técnica tem sido para detecção de resíduos de clenbuterol em amostras de leite, ração, carne suína e fígados de frango. A relevância dessa mensuração é que o clenbuterol é um agonista adrenérgico sintético, que tem sido usado como agente promotor de crescimento em rações animais para aumentar a proporção de carne magra em relação a de gordura em carne bovina e que pode resultar a médio prazo em palpitações cardíacas, taquicardia e tremores musculares em humanos (HE et al., 2009).

Essa tecnologia também vem sendo utilizada para investigar a ocorrência das micotoxinas aflatoxina B1 (AFB1) e ocratoxina A (OTA) em diferentes produtos cárneos à base de carne suína (PLEADIN et al., 2015).

Na Europa tem sido detectadas fraudes de carne bovina com carne de equinos. Diante disso foi desenvolvido um ensaio de imunoabsorção enzimática (ELISA) baseado em anticorpo monoclonal confiável (mAb) para detecção de carne de cavalo. Dois mAbs, H3E3 (IgG2b) e H4E7 (IgG2a), foram caracterizados como seletivos para cavalos, e foram desenvolvidos ELISAs competitivos (cELISAs) empregando esses mAbs (HSIEH; OFORI, 2014).

O ELISA também tem auxiliado em avaliações microbiológicas, onde foi possível a detecção de infecção pela *Coxiella burnetii* em rebanhos leiteiros holandeses, tanto através de amostras de sangue como também pela verificação de anticorpos detectados no leite (MUSKENS et al., 2014).

7. PCR

O aumento de surtos de origem alimentar destaca a necessidade de um método rápido e sensível para o monitoramento da segurança alimentar, permitindo a detecção específica e quantificação de patógenos alimentares viáveis como bactérias e vírus (ELIZAQUIVEL et al., 2013). A reação em cadeia da polimerase (PCR – Polymerase Chain Reaction), desenvolvida por Kary Banks Mullis em abril de 1983, consiste numa técnica de biologia molecular revolucionária que permitiu o rápido desenvolvimento do estudo de seqüências de ácidos nucléicos na síntese enzimática de cópias de ácidos nucléicos por meio de etapas de variação de temperatura, com a consequente duplicação de cadeias de DNA in vitro (MOLINA et al., 2004; COSTA, 2010).

Através da PCR é possível identificar a espécie animal do produto cárneo analisado, em que se detecta o polimorfismo de comprimento encontrado nos íntrons dos membros da família do gene da beta-tubulina de cada espécie animal (GIANI et al., 2020). Um novo tipo de fraude na China pode ser verificada através da PCR em tempo real, onde foi identificada carne de murinos para substituir carne de carneiro (FANG; ZHANG, 2016).

Esse tipo de PCR também tem sido bem adaptado para verificação de adulteração em produtos cárneos e in natura do tipo Halal que apresentam em sua composição traços de carne suína (AMARAL et al., 2017).

Além da utilização da PCR para identificação da espécie animal nos produtos de origem animal, também é possível detectar de forma rápida e confiável a contaminação microbiana de alimentos. Em salsichas, carne picada e hambúrguer à base de carne bovina já foi possível pela técnica de PCR caracterizar a presença de *E. coli* e *Staphylococcus aureus*, com resultados melhores quando comparados às metodologias de isolamento microbiológico tradicionais (TARABEES et al., 2015).

Um procedimento de PCR em tempo real baseado em SYBR Green (qPCR) foi desenvolvido para a detecção rápida e específica de produtos de enterotoxina de *Staphylococcus spp.* em produtos de carne. Para isso, um par de primer específico baseado em regiões conservadas de genes de enterotoxinas dos estafilococos presentes nos produtos, sem reatividade cruzada com outros microrganismos ou não produtores de enterotoxinas de *Staphylococcus spp.* (RODRÍGUEZ et al., 2016).

Ensaio de PCR em tempo real (RT-PCR), incluindo estágio de enriquecimento têm sido utilizados para detecção rápida de *Listeria monocytogenes* (RYU et al., 2013), *Salmonella spp.* e *Escherichia coli* O157:H7 em ingredientes crus e prontos para comer (KOTZEKIDOU, 2013).

Não só em produtos cárneos, mas em amostras de leite também é possível a identificação de esporos de *Bacillus cereus*, agente produtor de toxinas que causam intoxicação alimentar. Devido ao fato de que a seletividade do aptâmero das toxinas desse patógeno é limitada, o ensaio de PCR em tempo real altamente específico tem sido utilizado para obter um maior grau de seletividade (FISCHER et al., 2015).

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitos métodos analíticos que vêm sendo estudados cientificamente e que têm sido incorporados pelas indústrias para avaliação de produtos de origem animal apresentam uma relevância para a sociedade, já que muitas dessas tecnologias auxiliam na identificação de fraudes que interferem na qualidade dos produtos industrializados e que atentam contra a lei do consumidor e principalmente sob o ponto de vista da saúde pública, por meio da verificação de patógenos causadores de doenças transmitidas por alimentos. A tendência futura ainda é de que mais recursos tecnológicos sejam desenvolvidos e aprimorados com a finalidade de garantir maior qualidade em produtos industrializados à base de proteína animal.

REFERÊNCIAS

- ABBAS, O., ZADRAVEC, M., BAETEN, V., MIKUŠ, T., LEŠIĆ, T., VULIĆ, A., PRPIĆ, J., JEMERŠIĆ, L., PLEADIN, J. Analytical methods used for the authentication of food of animal origin, **Food Chemistry**, p. 3-43, 2017.
- AMARAL, J. S.; SANTOS, G.; M. OLIVEIRA, B.P.P.; MAFRA, I. Quantitative detection of pork meat by EvaGreen real-time PCR to assess the authenticity of processed meat products. **Food Control** 72, p. 53 – 61, 2017.
- BARBA, F. J.; TEREFE, N. S.; BUCKOW, R.; KNORR, D.; ORLIEN, V. New opportunities and perspectives of high-pressure treatment to improve health and safety attributes of foods. A review. **Food Research International** 77, part 4, p. 725-742, 2015.
- BINOTI, M. L.; RAMOS, A. M. Conservação de alimentos: uma visão mais Saudável. **HU Revista**, Juiz de Fora, v. 41, n. 3 e 4, p. 171-179, 2015.
- CANTOIA, L. B.; FEIHRMANN, A. C. Processamento com alta pressão para conservação de produtos de origem animal. **XXVI Encontro Anual de Iniciação Científica**. Universidade Estadual de Maringá Centro de Tecnologia e Ciência de Alimentos, Maringá, PR, p. 1-4, 2017.
- CASTRO-GIRÁLDEZ, M.; DOLS, L.; TOLDRÁ, F.; FITO, P. Development of a dielectric spectroscopy technique for the determination of key biochemical markers of meat quality. **Food Chemistry** 127, p. 228–233, 2011.
- ELIZAQUIVEL, P.; AZNAR, R.; SANCHEZ, G. Recent developments in the use of viability dyes and quantitative PCR in the food microbiology field. **Journal of Applied Microbiology** 116, p. 1-13, 2013.
- ESTEKI, M.; SHAHSAVARI, Z.; SIMAL-GANDARA, J. Use of spectroscopic methods in combination with linear discriminant analysis for authentication of food products (Spectroscopy–linear discriminant analysis for authenticating food products), **Food Control**, p. 1-49, 2018.
- FANG, X.; ZHANG, C. Detection of adulterated murine components in meat products by TaqMan real-time PCR. **Food Chemistry** 192, p. 485–490, 2016.
- FELICIANO, C. P. High-dose irradiated food: Current progress, applications and prospects. **Radiation Physics and Chemistry**, 144, p. 34–36, 2018.
- FISCHER, C.; HÜNNIGER, T.; JARCK, J.; FROHNMEYER, E.; KALLINICH, C.; HAASE, I.; HAHN, U.; FISCHER, M. Food Sensing: Aptamer-Based Trapping of *B. cereus* Spores with Specific Detection via Real Time PCR in Milk. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, p. 1-33, 2015.
- GAGAOUA, M.; TERLOUW, E. M. C.; MICOL, D.; HOCQUETTE, J-F; MOLONEY, A. P.; NUERNBERG, K.; BAUCHART, D.; BOUDJELLAL, A.; SCOLLAN, N. D.; RICHARDSON, R. I.; PICARD, B. Sensory quality of meat from eight different types of cattle in relation with their biochemical characteristics. **Journal of Integrative Agriculture** 15(7): 1550–1563, 2016.
- GAŠIOR, R; WOJTYCZA, K. Sense of smell and volatile aroma compounds and their role in the evaluation of the quality of products of animal origin – a review. **Ann. Anim. Sci.**, v. 16, n. 1 (2016) 3–31.
- GIANÌ, S.; DI CESARE, V.; GAVAZZI, F.; MORELLO, L.; BREVIARIO, D. Tubulin-based polymorphism genome profiling: a novel method for animal species authentication in meat and poultry, **Food Control**, v. 110, 2020.

HASSOUN, A.; MÂGE, I.; SCHMIDT, W. F.; TEMIZ, H.T.; LI, L.; KIM, H-Y; NILSEN, H.; BIANCOLILLO, A.; AÏT-KADDOUR, A.; SIKORSKI, M.; SIKORSKA, E.; GRASSI, S.; COZZOLINO, D. in *Animal Origin Food Products: Advances in Emerging Spectroscopic Detection Methods over the Past Five Years*. **Foods** 9, 1069, p. 1-41, 2020.

HE, HONG-JU; SUN, DA-WEN. Microbial evaluation of raw and processed food products by Visible/ Infrared, Raman and Fluorescence spectroscopy. **Trends in Food Science & Technology**, p. 1-12, 2015.

HE, L.; PU, C.; YANG, H.; ZHAO, D.; DENG, A.-P. Development of a polyclonal indirect ELISA with sub-ng gZ1 sensitivity for the analysis of clenbuterol in milk, animal feed, and liver samples and a small survey of residues in retail animal products. **Food Additives and Contaminants** v. 26, n. 8, p. 1153–1161, 2009.

HSIEH, Y-H. P.; OFORI, J. A. Detection of Horse Meat Contamination in Raw and Heat-Processed Meat Products. **J. Agric. Food Chem**, 62, 52, 12536–12544, 2014.

HYGREEVA, D.; PANDEY, M. C. Novel approaches in improving the quality and safety aspects of processed meat products through high pressure processing technology - A review. **Trends in Food Science & Technology** 54, p. 175-185, 2016.

JAYASENA, D. D.; JO, C. Essential oils as potential antimicrobial agents in meat and meat products: A review. **Trends in Food Science & Technology**, 34, p. 96-108, 2013.

KOTZEKIDOU, P. Survey of *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.* and *Escherichia coli* O157:H7 in raw ingredients and ready-to-eat products by commercial real-time PCR kits. **Food Microbiology** 35, p.86-91, 2013.

LUNDEN, A.; UGGLA, A. Infectivity of *Toxoplasma gondii* in mutton following curing, smoking, freezing or microwave cooking. **International Journal of Food Microbiology**, 15(3–4), p. 357–363, 1992.

MARTINS, D. B. **Uso da irradiação na indústria de alimentos**. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais– Campus Rio Pomba, Rio Pomba, 2016.

MCFADDEN, E.; COSTA-RAMOS, A. L.; BRADLEY, D.; VRAIN, O.; MCEVOY, B.; ROWAN, N. J. Comparative studies on the novel sterilization of Irish retailed infant milk formula using electron beam and pulsed light treatments. **International Journal of Science, Environment and Technology**, 12(6), p. 4375–4377, 2017.

MENDONÇA, M. **Aplicação da tecnologia de alta pressão na conservação de um produto cárneo transformado em Portugal**. Dissertação de Mestrado. Disponível em: <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/4041/1/Aplicação%20da%20tecnologia%20de%20alta%20pressao%20na%20conservação%20de%20um%20produto%20carneo%20transformado%20em%20Portugal.pdf>. Acesso em: 23 out, 2020.

MISRA, N.N., JO, C., Applications of Cold Plasma Technology for Microbiological Safety in Meat Industry, **Trends in Food Science & Technology**, p. 1-41, 2017.

MUSKENS, J.; ENGELLEN, E. V.; MAANEN, C. V.; BARTELS, C.; LAM, T. J. G. M. Prevalence of *Coxiella burnetii* infection in Dutch dairy herds based on testing bulk tank milk and individual samples by PCR and ELISA. **Veterinary Record**, p. 168 – 179, 2011.

PLEADIN, J.; STAVAR, M.M.; VAHČIĆ, N.; KOVAČEVIĆ, D.; MILONE, S.; SAFTIĆ, L.; SCORTICHINI, G. Survey of aflatoxin B1 and ochratoxin A occurrence in traditional meat products coming from Croatian households and markets. **Food Control**, v.52, p. 71-77, 2015.

PRESTES, O.D.; MARTINS, M. L.; FRIGGI, C. D. A.; MUNARETTO, J.S.; ADAIME, M. B.; ZANELLA, R. O estado da arte na determinação de resíduos de medicamentos veterinários em alimentos de origem animal empregando técnicas cromatográficas acopladas à espectrometria de massas. **Quim. Nova**, v. 36, n. 5, p. 697-710, 2013.

RAYBAUDI-MASSILIA, R.; MOSQUEDA-MELGAR, J.; ROSALES-OBALLOS, Y.; CITTI DE PETRICONE, R.; FRÁGENAS, N.N.; ZAMBRANO-DURÁN, A.; SAYAGO, K.; LARA, M.; URBINA, G. New alternative to reduce sodium chloride in meat products: Sensory and microbiological evaluation. **LWT - Food Science and Technology** 108, p. 253–260, 2019.

RENDUELES, E.; OMER, M.; ALVSEIKE, O.; ALONSO-CALLEJA, C.; CAPITA, R.; PRIETO, M. Microbiological food safety assessment of high hydrostatic pressure processing: A review. **Food Science and Technology**, 44, p. 1251–1260, 2011.

RODRIGUES, G.V. **Panorama e perspectiva do uso de irradiação na conservação de alimentos** (2019). Trabalho de Conclusão de Curso aprovado nesta data para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) - Campus Patos de Minas (MG), 2019, 40p.

RODRÍGUEZ, A.; GORDILLO, R.; ANDRADE, M.J.; CORDOBA, J.J.; RODRÍGUEZ, M. Development of an efficient real-time PCR assay to quantify enterotoxin-producing staphylococci in meat products. **Food Control** 60, p. 302-308, 2016.

RYU, J.; PARK, S. H.; YEOM, Y. S.; SHRIVASTAV, A.; LEE, S-H.; KIM, Y-R.; KIM, H-Y. Simultaneous detection of *Listeria* species isolated from meat processed foods using multiplex PCR. **Food Control** 32, p. 659 – 664, 2013.

SALEQUE, A.; JUYAL, P. D.; BHATIA, B. B. Effect of temperature on the infectivity of *Sarcocystis miescheriana* cysts in pork. **Veterinary Parasitology**, 36(3–4), 343–346, 1990.

SOTELO, J.; ROSAS, N.; PALENCIA, G. Freezing of infested pork muscle kills cysticerci. **Journal of the American Medical Association**, 256 (7), p. 893–894, 1986.

TARABEES, R. Z.; HASSANIN, Z.H.; EL BAGOURY, A. E. R. M. Polymerase Chain Reaction (PCR): An Alternative Rapid Method for Detection of Some Microbial Contamination of Meat Products. Alexandria **Journal of Veterinary Sciences** 45, p. 91-98, 2015.



SEGURANÇA ALIMENTAR E ALIMENTAÇÃO ADEQUADA TERMINOLOGIAS A SERVIÇO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO ALIMENTAR GLOBAL (SAAG)

Leonardo Patricio Miguez Vergilio De León

Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento,
Universidade Federal do Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/3727880222084573>

<https://orcid.org/0000-0002-9304-287X>

Informações sobre o

artigo:

Recebido em: 27/11/2020

Aceito em: 07/12/2020

Publicado em: 22/02/2021

Palavras-chave:

Segurança Alimentar

Alimentação Adequada

Abastecimento alimentar

Mercado global

RESUMO

Os conceitos de Segurança Alimentar e Alimentação Adequada tem sido utilizados amplamente por governos e organizações, em favor de um sistema que teria assumido o compromisso de erradicar a fome no mundo. Estudar a utilização destes conceitos é o que este trabalho pretende abordar, através de pesquisa de revisão bibliográfica, análise documental e entrevistas semiestruturadas a informantes qualificados. Após análise dos conceitos e das entrevistas, fica claro o compromisso das entidades abordadas com um sistema que não se ocupa do combate à fome, distante dessa realização, a apropriação dos termos analisados servem de slogan para ampliar o alcance das transformações que esse sistema produz na vida dos agricultores, mas sobretudo no dever institucional que Estado e organizações deveriam ter na tentativa de salvaguardar o direito à alimentação. A ressignificação dos conceitos e o seu uso indiscriminado na tentativa de legitimar ações e nichos de mercado.

FOOD SECURITY AND ADEQUATE FOOD, TERMINOLOGIES AT THE SERVICE OF THE GLOBAL FOOD SUPPLY SYSTEM (SAAG)

ABSTRACT

The concepts of Food Security and Adequate Nutrition have been widely used by governments and organizations, in favor of a system that is committed to eradicating hunger in the world. Studying the use of these concepts is what this work aims to address, through bibliographic review research, document analysis and semi-structured interviews with qualified informants. After analyzing the concepts and the interviews, it is clear the commitment of the entities approached with a system that does not deal with the fight against hunger, far from this specificity, the appropriation of the analyzed terms has served as a motto to expand the scope of the transformations that this system produces in the lives of farmers, but above all in the institutional duty that the State and organizations must have in an attempt to safeguard the right to food. The rethinking of concepts and their indiscriminate use in an attempt to legitimize actions and market niches.

Keywords:

Food safety

Adequate food

Food supply

Global market

1. INTRODUÇÃO

A produção, armazenamento, distribuição, industrialização, venda e pós-venda de alimentos, é um processo que não é regulado somente pelo mercado ou pelo Estado. São muitos os atores que participam do mencionado processo, de forma mais ou menos engajada, o que resulta na configuração dos modelos de produção, formação de preços e hábitos alimentares – recordemos que se trata de um processo de dimensões globais, uniformizador, e replicador em escala doméstica de interesses privados e globais¹. A esta estrutura bem orquestrada de relações institucionais e organizacionais, que envolve a integração das cadeias alimentares em escala mundial, denominaremos de Sistema de Abastecimento Alimentar Global (SAAG).

Como parte de algumas referências históricas fundamentais, o combate à fome tem adquirido protagonismo na retórica do SAAG, tanto na esfera pública como na privada, além de ter servido de apoio para o fortalecimento de estruturas de alcance internacional, como foi em seu momento – e até os dias atuais – a Revolução Verde, amplamente legitimada, em primeiro lugar pelo discurso da fome, seguida de grande apoio político, através de investimentos em tecnologia e insumos agrícolas, cujo principal slogan tem sido a modernização rural com a mesma finalidade.

A questão alimentar é, portanto, fundamental nas relações globais de mercado, como também nas humanas em suas escalas domésticas. Cabe lembrar que o SAAG situa-se, em “todo lugar” e ao mesmo tempo em “lugar nenhum”, trata-se de uma ampla rede de alcance mundial que divide o trabalho e o sistema de produção entre os diferentes países e classes sociais, de maneira tal que existe uma ampla dependência a essa estrutura, tudo isso parcialmente regulado por organizações como o GAT/OMC, FMI, Banco Mundial, ONU, entre outros nos lembra (Friedmann, 1982; Perez-Cassarino, 2012).

Neste sentido, Perez-Cassarino (2012) argumenta sobre uma concentração corporativa, em relação ao domínio que existe no nível global sobre a gestão do modelo hegemônico de produção alimentar, situado sob as regras do regime capitalista e a racionalidade econômica neoliberal. Já para Maluf (1995), o padrão de desenvolvimento define-se, entre outros assuntos, pela questão alimentar.

O alargamento da hegemonia dessa estrutura tem avançado significativamente, em parte graças à Revolução Verde, que deu e dá suporte às exigências que as corporações colocam a governos e populações para que atendam seus interesses. Nas dimensões que

¹Em referência à Teoria dos Regimes Alimentares em Friedmann (1982).

envolvem a produção, abastecimento e distribuição de alimentos, as corporações têm influenciado os governos a mudarem seus modelos agroalimentares, com a finalidade de ampliar o SAAG. Por sua vez, a Revolução Verde, baseia-se no *paradigma fixista* da produção alimentar, e é quem acaba determinando e consagrando o modelo de produção agroalimentar reconhecido como convencional (Santilli, 2009), defendido hoje pelas grandes corporações alimentares, à que se soma, a indústria agroquímica, de insumos agrícolas, “melhoramento” genético das espécies, máquinas agrícolas etc.

Interessa observar que, essa estrutura tem discursado o fim da fome no Planeta e como consequência disso, o fim da miséria, no entanto, é bem-sabido pelos dados divulgados pela FAO, que nos últimos sessenta anos, os números referentes à fome têm-se mantido constantes na casa dos 850 milhões de pessoas.

A partir dessa estrutura global centrada no combate à fome, surgem conceitos que não podem ser ignorados, isso porque “alimentação adequada” e “segurança alimentar”, embora muitas vezes apareçam desassociados, ou em contextos distintos, sugerem de alguma maneira orientar políticas e pressupostos em vários pontos da estrutura do SAAG.

Assim, revisitar os conceitos de “alimentação adequada” e de “segurança alimentar”, significa rever, não somente, a relevância do assunto, como também, apontar a maneira em que entidades como o Estado e organizações privadas, sejam Organizações Internacionais (OIs), empresas, e demais atores ligados ao SAAG, aplicam as diferentes normas/regras e iniciativas que são levadas a cabo a esse respeito, no marco das responsabilidades que a estrutura representa para a sociedade e o meio ambiente.

O presente artigo pretende trazer uma revisão conceitual sobre os termos “*alimentação adequada*” e “*segurança alimentar*”, tidos como conceitos não excludentes, e sim complementares, examinados por meio de uma justaposição, que é necessária para entender as práticas institucionais e organizacionais, que fazem parte do SAAG. Busca-se, ademais, apresentar elementos relevantes a partir de atores que participam diretamente nas entidades (informantes qualificados), através de entrevistas que exploram seu sentido e materialização. Com este último propósito, busca-se contrastar definições/entendimentos e práticas no próprio terreno em que se desenvolvem. Por esta razão, utilizam-se os dados e referências da dissertação de mestrado que deu origem a este artigo, cujo espaço de estudo é na cidade Curitiba – PR e região metropolitana em 2018.

A primeira parte deste trabalho, explora os conceitos de Segurança Alimentar e Alimentação Adequada, trazidos pela FAO, pela LOSAN e pelo 1º Plano Municipal de SAN de Curitiba (2016), entendemos que estas concepções, são o resultado de um esforço

institucional em proporcionar o “guarda-chuva” necessário ao entendimento e regulamentação das leis de Segurança Alimentar e da Alimentação Adequada.

Em seguida, faz-se uma revisão literária das terminologias examinadas na bibliografia nacional. Sem a intenção de ser exaustivos, visto que se trata de um suporte bibliográfico, e não uma análise desse conteúdo, a revisão se debruça em: Maluf (1995), Valente (2002), Santilli (2009), Bezzerra & Isaguirre (2014), Valente et al (2015) e Bezerra & Perez-Cassarino (2015), já que apresentam um panorama diferenciado em relação aos conceitos institucionalizados, de maneira tal que suas abordagens pretendem aprofundar os vínculos entre a lei e seu alcance na sociedade.

Por último, extrai-se das entidades que fazem parte do sistema de abastecimento agroalimentar de Curitiba (SAAC), através de entrevistas semiestruturadas, as informações necessárias para contrastar as ações que são consideradas no âmbito das conceitualizações de Segurança Alimentar (SA) e Alimentação Adequada (AA).

2. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada inicia com uma pesquisa de revisão bibliográfica sobre os temas abordados, dando-se ênfase na literatura nacional. Examinam-se, também, documentos e dados de entidades específicas e relevantes vinculadas ao setor estudado, de modo que seja possível traçar paralelos conceituais desde as distintas percepções discutidas.

Para o tratamento dos dados primários obtidos através de entrevistas semiestruturadas direcionadas a informantes qualificados das entidades envolvidas na temática pesquisada. Opta-se pela exploração de dados que contenham elementos qualitativos e quantitativos com a intenção de enquadrar o conhecimento, aplicação e iniciativas dos perfis vinculados aos conceitos, a partir das percepções de seus representantes. Com esta finalidade, optou-se pela transcrição integral das respostas dos agentes representantes das entidades, já que estimamos significativo os detalhes aportados nas entrevistas.

As reflexões, assim como os dados apresentados neste trabalho, fazem parte de uma dissertação de mestrado defendida em 2018, cujas análises contemplam problemáticas associadas à SAN e ao Direito Humano à Alimentação Adequada (DHAA), no âmbito do Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento da Universidade Federal

do Paraná (MADE-UFPR), programa que propõe um modelo de estudo e pesquisa interdisciplinares.

3. SEGURANÇA ALIMENTAR E ALIMENTAÇÃO ADEQUADA

Parte-se do pressuposto de que “alimentação adequada” e “segurança alimentar” são conceitos em construção, além de que levantamos a hipótese de que ambos têm sido instrumentalizados em favor de distintas circunstâncias políticas, econômicas e sociais. Ainda, ditos conceitos podem apresentar características circunstanciais de relevância para o contexto em que são empregados.

No Brasil há, pelo menos, vinte anos a concepção de segurança alimentar é discutida, por esta razão, cientes de ser ampla e complexa a abordagem de como, onde e quando podem partir os conceitos de “*segurança alimentar*” e a “*alimentação adequada*”, é que nos propomos a sintetizar uma justaposição analítica, que nos permita avaliar algumas entidades em razão da instrumentalização dada a essas políticas de caráter alimentar, seja por meio de programas, iniciativas e projetos, ou mesmo, através de um entendimento que permita conjugar as ideias às práticas, pelo envolvimento das mesmas no SAAG.

Pode parecer bastante óbvio um conceito que pelas palavras que o compõe sugere, em si, uma autodefinição e isso deveria em alguma medida facilitar a sua compreensão. Segurança Alimentar, diz respeito à segurança dos alimentos, mas a qual é essa segurança a que fazemos referência e Alimentação Adequada, parece bem claro que, se refere a alimentos que sejam adequados. Aquilo que parecia tão perceptível, sugere-se que pode não ser tão evidente, pois se fossemos colocar, todas as interpretações possíveis sobre estes conceitos, deveríamos dedicar incontáveis páginas com esse fim e provavelmente não chegaríamos a um acordo. Não obstante, a dimensão das questões, a nossa proposta é a de olharmos para concepções que nos permitam evidenciar as relações institucionais (mercado e Estado), já que desta ideia, desprende-se nossa segunda hipótese, a qual sugere que, tanto o mercado, como o Estado convergem nos interesses do SAAG, ou seja, voltados para um sistema de acumulação e especulação financeira que não objetiva favorecer, nem agricultores, e nem Natureza.

Segundo a Declaração Universal dos Direitos Humanos (DUDH) de 1948, no Artigo XXV, “(...) todo ser humano tem direito a um padrão de vida capaz de assegurar-lhe,

e a sua família, saúde e bem-estar, inclusive alimentação” (ONU, 2009. p. 13). Por outra parte a FAO argumenta que,

Existe segurança alimentar quando todas as pessoas têm, em todo momento, acesso físico e econômico a alimentos suficientes, inócuos e nutritivos para satisfazer suas necessidades alimentares e suas preferências enquanto aos alimentos, a fim de levar uma vida ativa e saudável. (Gordillo & Jerónimo, 2013 *apud* FAO, 2006 – tradução livre).

É interessante observar que tanto para a DUDH como para a FAO, a SA não é algo, e sim ela existe desde que determinados elementos socioeconômicos sejam alcançados, e isto não parece possuir uma característica universalizadora, evidentemente diante das gritantes desigualdades sociais existentes no mundo.

Cabe lembrar que segundo Gordillo & Jerónimo (2013), o conceito de SA empregado pelos membros da FAO é neutro em relação às forças que nele interagem. Ou seja, não se posiciona sobre a *concentração do poder* econômico em quaisquer das etapas da cadeia alimentar, nem no comércio internacional de alimentos e nem na propriedade dos meios de produção tidos chave, como a terra ou o próprio acesso à informação.

O Estado brasileiro em 2006 aprova a Lei Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, regulamentada em 2010, e dispõe no 2º artigo dessa lei que:

Art. 3º. A segurança alimentar e nutricional consiste na realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como bases práticas alimentares promotoras de saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis. (BRASIL, 2006).

Apesar da sutil diferença entre a lei nacional e a FAO com o acréscimo do termo “nutricional”, a segurança alimentar na Lei 11.346 não trata a materialidade ou especificidade do argumento, e sim, como a realização de um objetivo. Entretanto, os elementos nesse objetivo devem se ajustar a demandas materiais e de acesso sociais, que da mesma forma que a FAO parecem ignorar a complexidade conjuntural do SAAG.

No plano institucional a alimentação adequada, enquanto conceito não parece se distanciar muito da concepção anterior, como sugere o Art. 2º da LOSAN:

Art. 2º. A alimentação adequada é direito fundamental do ser humano, inerente à dignidade da pessoa humana e indispensável à realização dos direitos consagrados na Constituição Federal, devendo o poder público adotar as políticas e ações que se façam necessárias para promover e garantir a segurança alimentar e nutricional da população. (BRASIL, 2006).

Desta maneira, observa-se que não há uma referência explícita ao alimento em si, ou a sua capacidade de sustentar processos fisiológicos nos indivíduos. Sugere que a ideia de “adequada” está de alguma maneira subentendida e, portanto, deve ser uma garantia o direito à mesma. Outro ponto interessante é a imediata delegação ao poder público das responsabilidades envolvidas nesse processo de garantia, sem contemplar que um alimento “adequado”, seja qual for a essência da interpretação, pode surgir das próprias necessidades humanas de sobrevivência.

No espaço da pesquisa, o 1º Plano Municipal de Segurança Alimentar e Nutricional (PMSAN) de Curitiba, Munaretto et al (2016), definem a qualidade dos alimentos “[...] em relação ao consumo de frutas, hortaliças e feijão, alimentos considerados marcadores de padrões saudáveis de alimentação” (MUNARETTO et al, 2016. p. 38). Dentre as concepções apresentadas, é a única que pretende ser objetiva, já que não pressupõe um conhecimento prévio, além de estabelecer uma relação entre a noção de qualidade e a saúde humana. O 1º PMSAN de Curitiba afirma, ainda, que “A garantia de acesso a uma alimentação adequada e saudável é premissa fundamental ao alcance da SAN e do DHAA”. (MUNARETTO et al, 2016. p. 45). É possível perceber neste caso o reforço dado a relação entre a “qualidade” e o “saudável”, como elementos prévios e medulares para que a segurança e o direito possam ocorrer.

A literatura acadêmica sobre os termos “segurança alimentar” e “alimentação adequada”, como adiantamos é bem vasta, muito da qual encontra-se vinculada às áreas da medicina e da nutrição. Embora de grande importância, não é propósito deste trabalho explorar definições que aparecem como insinuações do óbvio nas leis nacionais e Organizações Internacionais. Quanto menos, se existem requisitos econômicos prévios que as populações devem alcançar, para que seja possível dito acesso.

De acordo com Maluf (1995), “[...] a SA engloba o objeto de garantir, a todos, condições de acesso suficiente, regular e a baixos custos aos alimentos básicos”. (Maluf, 1994 *apud* Maluf, 1995. p. 136). Esta concepção explora uma dimensão diferenciada em relação às

de caráter institucional previamente examinadas. A garantia do direito à SA, apesar de abarcar subjetividades similares de condições socioeconômicas preexistentes, o autor esclarece que a prática de preços baixos é uma maneira de possibilitar esse acesso.

Autores como Valente (2002), se preocupam em explorar várias dimensões, estima abranger as direções e o alcance que as políticas de SA possam adquirir, diante das demandas sociais e ambientais que emergem da própria realidade. Assim, de um ponto de vista biológico, para Valente (2002) nascem as políticas de SAN, na tentativa de suprir por meio das mesmas políticas, a dimensão bioquímica, necessária a manter ótimas condições metabólicas. Como era antecipado, essencialmente a dimensão médica e nutricional permite às definições institucionais uma certa pressuposição, que, no entanto, dependem de uma conjuntura socioeconômica favorável. Deste modo, o que Valente (2002) apresenta é a necessária complementação às versões normatizadoras.

De forma análoga, Bezerra e Isaguirre (2014) colocam de que maneira a “alimentação adequada”, enquanto conceito, é entendida pelo Ministério da Saúde, o que seria um reforço tecnicista do conceito, assim, “(...) convencionou-se o que se chama de “alimentação adequada”, cujas recomendações estão disponíveis no Guia alimentar para a população brasileira: promovendo uma alimentação saudável”. (Bezerra & Isaguirre, 2014. p. 681 – aspas no original). Neste caso em concreto a alimentação adequada trata de uma série de recomendações a partir de aspectos nutricionais, sem fazer apelos desnecessários a condições socioeconômicas preexistentes.

Na linha do político, Valente (2002) ressalta a necessidade de envolvimento social e através da participação da sociedade nas políticas de segurança alimentar, de maneira tal que possam atender e alcançar os interesses da população em questão, ou seja, entende a segurança alimentar como um ato político. O autor, no entanto, não limita suas considerações ao ato político e cidadão do conceito, o mesmo acredita que é necessária a participação de todos nessa sociedade, e julga pertinente o acréscimo da ideia de “sustentável” em sua definição:

Promover a Segurança Alimentar e Nutricional Sustentável, (...), é uma responsabilidade coletiva da sociedade organizada em estado (governo, sociedade civil sem fins lucrativos e setor empresarial), que deve buscar articular as iniciativas governamentais (políticas, programas e ações) e não governamentais em políticas públicas capazes de garantir a realização do Direito Humano à Alimentação para todos (VALENTE, 2002. p. 1).

Entende-se que esta última exposição adere melhor às ideias de combate à fome, pois o envolvimento sincronizado do setor público com o setor privado, pautariam esse objetivo. Entretanto, o combate à fome regulado desse modo, nos remete inevitavelmente aos propósitos e métodos da Revolução Verde. É o exemplo de interpretações como a do Deutsche Bank, visto que este entende a SA como: “A fome no mundo é um desafio urgente e continuará a crescer no futuro. A segurança alimentar é uma parte vital da solução. Uma forma de ajudar a combater isso é investir em *commodities* e em toda a cadeia de valor agrícola” (Deutsche Bank, 2014 *apud* Esteve, 2017. p. 32).

Observe-se que o caminho proposto pela entidade financeira é resolver a fome através de uma segurança alimentar que aposte no mercado de commodities, e em todos os estágios que lhe agregam valor. Trata-se de apoiar, portanto, não somente a produção primária, como também as sucessivas etapas na indústria agroalimentar, passando pelos supermercados e finalmente os consumidores finais, preferentemente localizados em zonas urbanizadas.

É possível perceber que os conceitos em questão assumem diferentes frentes e interpretações, como uma consequência direta da sua instrumentalização. Por esta razão, para Valente (2015) é importante pensar nos sentidos que arrogam os termos estudados neste trabalho, deve-se olhar para além do combate à fome, e reivindicar a apropriação de significados que versem sobre as necessidades primárias das populações. Neste sentido, Valente (2015) afirma que o Direito Humano à Alimentação Adequada (DHAA) passa a ser aquele direito capaz de enquadrar a SAN para além de uma política pública de combate à fome e se coloca a “serviço da humanidade” no sentido de construir um conceito e uma práxis a partir das conquistas sociais entrelaçadas com a realidade política de cada país (Valente, 2015).

Embora pareça bastante restrita esta abordagem, entende-se meritório mencionar que há outras terminologias que muitas vezes acompanham as definições de SA e AA. A ideia de “Soberania Alimentar” é uma delas, e ela é importante porque na maioria dos casos está associada a valores culturais e de identidade das populações, além é claro, da capacidade das comunidades produzirem seu próprio alimento.

Valente (2015) por um lado, destaca a importância de que cada cultura seja soberana no modo de gerir as suas políticas de segurança alimentar e que essa gestão tenha como premissa, o respeito às especificidades humanas e da Natureza:

O conceito de soberania alimentar defende que cada nação tem o direito de definir políticas que garantam a Segurança Alimentar e Nutricional de seus povos, incluindo aí o direito à preservação de práticas de produção e práticas alimentares tradicionais de cada cultura. Além disso, se reconhece que este processo deva se dar em bases sustentáveis, do ponto de vista ambiental, econômico e social (VALENTE; SUÁREZ-FRANCO; CÓRDOVA, não publicado *apud* Valente *et al*, 2015 em Bezerra e Perez-Cassarino, 2015. p. 74).

Por último, Bezerra & Isaguirre (2014) definem a alimentação adequada a partir da negação de que possa existir alguma definição válida e universal, o que é um argumento fortemente embasado no pressuposto de que existem um “sem-fim” de possibilidades, e, portanto, o conceito jamais será alcançado, ou seja, que “(...) por mais paradoxal que possa parecer, busca-se compreender que uma dieta/alimentação adequada não existe. O que existe são variados modelos alimentares”. (GARCIA, 2001 *apud* Bezerra & Isaguirre, 2014. p. 681).

Assim, as definições e os sentidos que os termos estudados podem assumir dependem fortemente da fonte que lhes dá voz. Em princípio, o que chama a atenção é que as definições institucionais, como leis e representantes de OIs, devam suas preferências a subjetividades que evoquem o valor da relação econômica implícita na garantia que cada ser humano possa ter de se alimentar de forma adequada ou não. Estima-se, portanto, a possibilidade de que as relações que envolvem a produção de alimentos, mantenham uma relação muito mais profunda entre entidades públicas e privadas, o que poderia representar um importante obstáculo na formação de reais garantias de acesso, e liberdade de produção.

4. SEGURANÇA ALIMENTAR E ALIMENTAÇÃO ADEQUADA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO AGROALIMENTAR DE CURITIBA.

Na seção anterior se constatou uma gama bem variada de definições sobre SA e AA. No que diz respeito ao ator institucional, observou-se que há algo assim como um fio condutor, já que ambas as concepções são colocadas como entes abstratos, que na melhor das hipóteses são condições plausíveis de serem alcançadas, se determinados requisitos socioeconômicos as acompanham.

Em contrapartida, a literatura acadêmica tem procurado enfatizar naquilo que deveria ser feito para que possam ser efetivas políticas de segurança alimentar, já que esta é

amplamente reconhecida como um direito das populações. Elementos como, redução de preços dos alimentos básicos, engajamento da sociedade, e a defesa da soberania alimentar são algumas propostas apresentadas na literatura.

É bastante evidente que há discrepâncias entre abordagens institucionais de valor econômico, e acadêmicas que prestigiam o “ato político” implícito na alimentação. Deste modo, se a perspectiva institucional parece ser ambígua nos elementos que prescrevem as garantias de direitos à alimentação, cabe averiguar, em que profundidade acontece essa relação com o SAAG. Neste caso, parte-se da hipótese de que o vínculo contempla duas grandes dimensões, o Estado e o Mercado, cujos protagonistas, são essencialmente entidades que representam distintos setores nos que podem ocorrer, ou não, distintos graus de tensão.

Com base em características similares às anteriores (protagonismo e atuação), foi possível considerar quais entidades deveriam passar pela lente do presente estudo. Interessa sobretudo aquelas que fazem de elo entre a produção de alimentos (agricultor) e o SAAC/SAAG, este vínculo é importante na medida em que, nele se pautam o combate à fome, e as ideias de SA e qualidade alimentar. Por esta razão não contemplamos todas as entidades que fazem parte do SAAC, mesmo que sua relevância possa ser indiscutível. Assim, opta-se por explorar a Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SEAB), a Central de Abastecimento de Curitiba (CEASA), a Federação da Agricultura do Estado do Paraná (FAEP) e a Cooperativa de Agricultores Orgânicos e de Produção Agroecológica (COAOPA).

As informações para esta parte do trabalho (dados primários) são obtidas por meio de entrevistas semiestruturadas veiculadas aos agentes que representam as entidades escolhidas. Espera-se jogar luz sobre as lacunas conceituais e as ambiguidades que surgiram na exploração prévia. Neste sentido, não se trata de apontar necessariamente às limitações e/ou potencialidades das políticas de segurança alimentar e/ou de alimentação adequada, e sim questionar a apropriação conceitual pelo dos setores envolvidos.

Considere-se também, que as entidades escolhidas circunscrevem dois critérios principais, o primeiro é a aproximação às cadeias de produção agroalimentar, fato que implicaria o dever institucional de amparo às políticas de SAN, em segundo lugar os expressivos volumes de alimento com que dessas entidades lidam, mais ou menos diretamente.

Assim, quando a Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SEAB) de Curitiba foi questionada sobre o que entende por segurança alimentar, o Diretor de SAN respondeu:

“A garantia do direito humano à alimentação adequada, priorizando a cultura o alimento regional, o desenvolvimento local, mas, **na realidade**,

é o combate mesmo à fome e ao direito ao alimento que é dado no artigo sexto da Constituição Federal²

Observe-se que o ponto central, de acordo com o representante da SEAB, diz respeito ao combate à fome, o que segundo o mesmo, estaria respaldado na própria Constituição Federal³.

Em seguida foi questionado, como a SEAB entende a alimentação adequada e a resposta foi:

-“Essa qualidade desse produto é **desde, como ele é plantado a época que ele é colhido**, [...], e aí entra todos os **programas e isso melhora a produção**, porque antes eles colocavam assim nesses programas institucionais, o resto da feira, o produto ruim, o bonito eu vendo lá no mercado e o ruim é porque eu tô doando, [...], **o Estado tá comprando e ele só vai comprar com qualidade** e aí a gente trabalha também a **diversidade**, [...], porque às vezes o cara tem lá só couve e banana né, então a gente fala oh, planta aí um temperinho, faz uma **cultura melhor**”. “Por isso que a gente fala em **qualidade e diversificação**, mas ele tem que vir **junto com a assistência técnica**, senão o produtor não chega nessa qualidade que **a gente propõe e aí trabalha desde o uso do agrotóxico**”. “A gente tem trabalho dos dois lados, a gente trabalha esse, mas trabalha o agro também, maiores cooperativas de exportação de soja, milho, trigo”. (Entrevista SEAB, Diretoria de SAN, 2017).

Veja-se que, a qualidade alimentar passaria por como o alimento é plantado, o que inclui conhecer a época da colheita também. A qualidade estaria atrelada aos Programas desta Secretaria, pois eles teriam a capacidade de “melhorar” a produção. O Estado somente compraria alimentos com “qualidade” e isso inclui também a variedade, o que no caso somente seria possível através do acompanhamento e da assistência técnica.

Com o objetivo de garantir a “qualidade do alimento”, a SEAB afirma que se ocupa desde a utilização do agrotóxico. Ainda, essa assistência, esse acompanhamento, tem como objetivo a inserção do agricultor no mercado convencional. Os programas de compras públicas, assim como os trabalhos de assistência, explica, devem ser temporários até que o agricultor possua as ferramentas e, o conhecimento necessário para que possa responder adequadamente às demandas do mercado convencional.

² Grifa-se daqui em diante as partes centrais de cada resposta durante as entrevistas.

³ Art. 6º São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>.

Ainda, sobre a participação social nas decisões acima elencadas, esta é restrita ao Conselho Nacional de Segurança Alimentar (CONSEA) e segundo a SEAB não há diálogo com o setor privado por entender que a “lei do livre mercado” restringe esse marco: “nenhuma articulação e nenhuma conversa, até porque tem a lei do livre mercado”. (Entrevista Diretor de SAN – SEAB, 2017).

Desta maneira o Estado por meio da SEAB, define critérios de SA e AA bem interessantes, o primeiro conceito circunscrito às políticas de combate à fome, enquanto o segundo conceito sugere explorar argumentos ainda não visitados na seção anterior. A ideia de que a qualidade dos alimentos estaria vinculada às práticas de manejo da terra e dos alimentos (conhecimento técnico), a uma resposta de demanda estética (de Estado e mercado), e ao “correto” manuseio de agrotóxicos (treinamento SEAB), tudo com a finalidade última de inserção do agricultor no mercado convencional, denota uma relativa ambiguidade se o alvo da SA é o combate à fome.

A Central de Abastecimento de Curitiba (CEASA – Curitiba) é uma economia mista, ou seja, funciona com capital privado e público, a parte que corresponde ao setor privado da entidade, de uma forma geral, cuida das concessões dadas aos permissionários que ali trabalham, e da gestão que envolve os aspectos mercadológicos, já a parte pública da CEASA diz respeito à direção e à linearidade que corresponde às políticas de SAN e de abastecimento federal. Sem embargo, é fácil visualizar qual é o sentido do pêndulo da organização, uma vez que a “segurança alimentar” é um objetivo do mercado, serve a padronizar o mercado e não se enquadra sequer na ideia de combate à fome. Para a CEASA a segurança alimentar é:

-“Sobre essa situação [...] a gente tá batendo muito em cima [...], é sobre **a rotulagem e a origem, da onde ele vem, aonde ele tá**, então nós estamos, nós estamos **priorizando muito pela rotulagem** e essa rotulagem que vai fazer essa diferença aqui [...], **diferencial de mercado**, porque daí, [...], a gente orienta ao comerciante a rotular o seu produto [...], **fazer o rastreamento daquilo que ele tá vendendo**”. (Entrevista, Gerência CEASA – Curitiba, 2017).

Duas novas características surgem questionar esta entidade, por um lado a SA do alimento estaria vinculada a rotulagens, selos etc., que possam de alguma maneira indicar a procedência dos alimentos. Assim, para este representante a SA em termos amplos ou locais, trata de uma resposta que seja satisfatória a determinadas exigências de mercado. A outra

característica, envolve a capacidade de rastreamento dos alimentos, este quesito também seria um indicativo de que o alimento é seguro, não de que exista segurança alimentar, perceba-se esta sutil diferença. No que diz respeito à qualidade alimentar, a CEASA apresenta o seguinte parecer: -“Um alimento com qualidade, [...] seria **bem-acondicionado**, com **rastreabilidade**, **seguro**, **sem agrotóxico**”.

Chama a atenção a maneira em como a CEASA entende alimento com qualidade, é bem similar ao seu posicionamento sobre segurança alimentar, trata-se de idênticas condições que permitem aos produtores – e evidentemente aos produtos – alcançar espaços no mercado, por meio do cumprimento de determinadas normas técnicas de manejo dos alimentos. Outro ponto interessante é que para o representante da CEASA, alimentos com qualidade são também aqueles que não apresentam agrotóxicos, e isso surpreende numa organização em que dos mais de seis mil produtores cadastrados apenas dois são da modalidade orgânica.

A COAOPA, cooperativa que trabalha, de acordo com seu representante, somente com produtores orgânicos responde quando questionada sobre a segurança alimentar, entendendo que se trata de *Princípios que orientam a qualidade dos alimentos*. Quer dizer que para esta cooperativa de mais de quatrocentas famílias cadastradas a segurança alimentar é um meio para a garantia de alimentos com qualidade. E alimentação adequada para a COAOPA⁴ são alimentos definidos com o termo “padrão”. Quando questionamos acerca do que se trata esse padrão, o representante da entidade nos explica que o padrão quer dizer que é um alimento *bonito*, que visualmente não apresenta *machucadinhos*, por exemplo.

Apesar de que a COAOPA afirma atender principalmente merendeiras e escolas particulares, também realiza outras vendas a nichos diferenciados de consumidores de orgânicos. Assimila-se a partir desta informação que os interesses desta organização convergem com as das que foram exploradas anteriormente, ou seja, uma SA que outorgue garantias, tais que agricultores e produtos encontrem espaços nos mercados convencionais, deste modo a “qualidade” dos alimentos passa a ser um diferencial de inserção nos mercados.

Por último, a Federação da Agricultura do Estado do Paraná (FAEP), organização privada que trabalha de forma similar à SEAB, no sentido de promover ferramentas de mercado e suporte técnico aos agricultores – pequenos e grandes – com uma ampla gama de programas, que vão desde aqueles voltados às crianças, escolas e adolescentes, como da assistência às patronais da produção e do mercado rural. De maneira equivalente à CEASA e à SEAB, envolvem-se com expressivos volumes de alimentos e commodities.

⁴Entrevista ao Diretor da COAOPA, 2017.

Quando questionados sobre o conceito de segurança alimentar se posicionam da seguinte forma:

-“Segurança alimentar é, [...] segurança do alimento, **quantidade e qualidade desse produto**, então a gente trabalha com todas, várias ferramentas. Uma como eu falei é o atendimento da legislação, estamos atendendo à **legislação na questão de produção**, [...] atendendo a questão da segurança, questão de **capacitação**, [...] capacitação teórico-prática, pra dar **infraestrutura pro produtor** fazer uma produção segura, em termos de produção, em termos ambientalmente seguro pro ambiente, pro trabalhador rural”.

Quantidade e qualidade, questões produtivas, de capacitação e infraestrutura, isso é a segurança alimentar, de acordo com seu representante. Também afirmam possuir uma política preocupada em transformar os produtores e os modelos tradicionais de produção tradicionais (não eficientes), nos “eficientes” modelos convencionais, que produzem em grande escala, milhares de toneladas de alimentos e commodities, com o objetivo de abastecer supermercados e a indústria de alimentos nacional global.

De forma similar à SEAB, possuem programas de capacitação e desenvolvimento econômico, também atendem os dois modelos de produção (convencionais e orgânicos) por entenderem que é um nicho de mercado promissor e deve ser aproveitado, também estimulam a produção de alimentos *bonitos* como a COAOPA, e à exportação de alimentos como a que a SEAB descreve que existe uma Feira na Alemanha provista por pequenos produtores paranaenses. A FAEP, pode trabalhar numa escala maior e mais ampla, mas a SEAB também afirma que trabalha com os maiores produtores de soja, milho e trigo do estado. No que se refere à alimentação adequada, a FAEP explica:

-“O alimento com qualidade ele é um **alimento que seja seguro em aspectos sanitários** é um alimento que tenha **qualidade e sabor** sensorial de alimento, [...]; e na questão qualidade o **aspecto físico, apresentação**, isso é um conceito de qualidade que a gente passa” [...] “Agora por exemplo, [...] tenho um produto que tá lá, deu chuva de pedra, ele perdeu **qualidade (estética)** [...], ele continua sendo com qualidade alimentar e qualidade na questão de segurança, então tem três aspectos ali, só que você junta tudo e é a **qualidade perfeita**”. “Mas o que a gente preza muito é a questão de qualidade e segurança do produto, isso é imprescindível”.

A FAEP preza pela dimensão sanitária, pelo sabor, pelo aspecto físico, pela apresentação, pela “qualidade perfeita”, um ideal mercadológico. O alimento adequado é aquele que pode ser apresentado de maneira apropriada para seus consumidores.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As concepções de SA e AA estudadas neste trabalho, revelam, por um lado, grandes contradições entre a redação da lei e a “tradução” das mesmas, seja nas práticas, seja nos objetivos que as entidades se colocam. Dá a impressão que em muitos casos, deve-se “(...) *elegir entre desnutrición y envenenamiento*”, como afirma o economista espanhol Cabeza (2010). Este dilema nos leva a questionar um dos Direitos Humanos mais importantes à existência e à dignidade humana, que é o Direito Humano à Alimentação Adequada.

A representatividade no marco das relações das cadeias do sistema de abastecimento agroalimentar, denota não somente, o alto envolvimento das entidades com o sistema (SAAG), como também da responsabilidade que elas mantêm com os sujeitos que dela fazem parte, mas também, do que lhe é transversal, como a Natureza e consumidores finais.

Por outra parte, percebe-se grandes semelhanças e aproximações entre as entidades, quanto aos objetivos que elas se colocam, diante das demandas e exigências de um mercado, cada vez maior e homogeneizador de hábitos de consumo alimentar e dos modelos de produção e de culturas que apresentam. Neste sentido, lembre-se do Paradigma Fixista que descreve Santilli (2009), em que o sacrifício da agrobiodiversidade é um bem, um capital positivo, que facilita esse modelo e racionalidade econômica da agroindústria e do mercado global de alimentos.

É, portanto, oportuno dirigir uma crítica às entidades e como elas interpretam e aplicam aquilo que está fundado nas instituições – Mercado e Estado – que mesmo que possam parecer destoantes entre elas, percebemos pelos seus posicionamentos, que se complementam e sustentam mutuamente. É preocupante sim, essa apropriação em que a SA e AA são objeto e instrumento de grandes organizações, e dos mercados globais, até mesmo com seus slogans de combate à fome, a apropriação do alimento com qualidade, que serve a criar uma ideia padronizada de consumo e estética alimentar.

O que nos mostraram as entrevistas, não é somente a percepção e conhecimento que se têm sobre as políticas de SA e sobre AA, como também, o alcance e suas limitações diante de uma estrutura que antepõe suas prioridades. Os próprios produtos orgânicos são tratados

como recurso de nichos de mercado específicos, e a aposta nesse tipo de produção somente se complementa, na maioria dos casos, ao já consolidado modelo convencional de produção e de hábitos alimentares.

Não estamos libertos, nem da fome e nem de acentuar as atuais crises alimentares que se incrementam pela voracidade de um sistema insustentável, cuja lógica retroalimenta sua capacidade destrutiva sobre os ecossistemas e sobre a agrobiodiversidade, permitindo que o mercado seja o gestor de hábitos alimentares, da saúde humana, da capacidade de subsistir e de existir.

Segurança Alimentar e Alimentação Adequada devem ser conceitos utilizados para promover a vida, a soberania e a liberdade, que busquem fortalecer a cultura alimentar local e a agrobiodiversidade. Algumas destas palavras já se encontram na LOSAN, mas precisam ser desapropriadas do sistema agroalimentar global.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, Islândia Costa & ISAGUIRRE, Katya Regina. **Direito humano à alimentação adequada (DHAA): à sua proteção jurídica no Brasil**. Pensar, v. 19, n. 3, p. 675 – 692, set./dez. Fortaleza, 2014.

BRASIL. **Lei de Segurança Alimentar e Nutricional**. 2006.

ESTEVE, E. V. **O Negócio da Comida: Quem controla nossa alimentação?** 1º ed. São Paulo: Expressão Popular, 2017.

FRIEDMANN, Harriet. **The political economy of food: the rise and fall of the postwar international food regime**. American Journal of Sociology, 1982, Vol. 88, Supplement: Marxist Inquiries: Studies of Labor, Class, and States (1982), pp. S248-S286. Disponível em: <http://www.jstor.com/stable/3083245>. Acesso em: 07/2020.

GORDILLO, G.; JERÓNIMO, O. M. **Seguridad y Soberanía Alimentaria (Documento base para discusión)**, 2013. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponível em: <www.fao.org/publications>.

MALUF, R. S. Segurança Alimentar e desenvolvimento econômico na América Latina: o caso do Brasil. **Revista de Economia Política**, 1., v. 15, n. 57, p. 7, 1995.

MUNARETTO, M. F.; OLIVEIRA, E. F. A. DE; TEIXEIRA, L. A. B.; ROCHA, S. M. B. DA. **1º Plano Municipal de Segurança Alimentar de Curitiba PLAMSAN 2016/2019**. Curitiba: Câmara Intersetorial de Segurança Alimentar e Nutricional de Curitiba – CAISAN – Curitiba, 2016.

ONU. **Declaração Universal dos Direitos Humanos**. Agosto 2009. UNIC. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/img/2014/09/DUDH.pdf>>.

PEREZ-CASSARINO, J. **A construção social de mecanismos alternativos de mercados no âmbito da rede ecovida de agroecologia**, 2012. Tese, Curitiba: Universidade Federal do Paraná.

RIGON, Silvia do Amaral; BÓGUS, Cláudia Maria. **A segurança alimentar e nutricional no Brasil: das concepções norteadoras ao início dos processos de consolidação.** Em TOLEDO, Victor M. em BEZERRA, I.; PEREZ-CASSARINO, J. **Soberania Alimentar (SOBAL) e Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) na América Latina e Caribe.** Curitiba: UFPR, 2015.

SANTILLI, J. **Agrobiodiversidade e direitos dos agricultores.** 1a ed. São Paulo, SP: Editora Peirópolis, 2009.

VALENTE, Flávio *et al.* **Direito Humano à Alimentação e Nutrição Adequadas.** em BEZERRA, I.; PEREZ-CASSARINO, J. **Soberania Alimentar (SOBAL) e Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) na América Latina e Caribe.** Curitiba: UFPR, 2015.

VALENTE, Flavio Luis. **Segurança Alimentar e Nutricional: transformando natureza em gente.** In: VALENTE, F. L. S. (org). **Direito Humano à Alimentação: desafios e conquistas.** São Paulo: Cortez, 2002.



AVALIAÇÃO DE PIGMENTOS E COR EM FARINHAS DE POLPA E CAROÇOS DE ABACATE

Lucas da Silva Barboza

UFPel, Graduando do Curso de Química de Alimentos, CCQFA, Pelotas – RS
<http://lattes.cnpq.br/3079690982509885>
<https://orcid.org/0000-0003-4384-7087>

Sabrina Feksa Frasson

UFPel, Mestranda em Nutrição e Alimentos, PPG Nutrição e Alimentos, Pelotas – RS
<http://lattes.cnpq.br/4569772741153425>

Rosana Colussi

Professora do CCQFA, UFPel, Pelotas – RS
<http://lattes.cnpq.br/3340825756383766>

Caroline Dellinghausen Borges

Professora do CCQFA, UFPel, Pelotas – RS
<http://lattes.cnpq.br/6109492043515016>

Carla Rosane Barboza Mendonça

Professora do CCQFA, UFPel, orientadora, Pelotas – RS
<http://lattes.cnpq.br/4938830062759927>

Informações sobre o artigo:

Recebido em: 30/11/2020

Aceito em: 07/12/2020

Publicado em: 22/02/2021

Palavras-chave:

Variedades Breda e

Margarida

Carotenoides

Clorofilas

RESUMO

Após a extração do óleo, o resíduo da polpa de abacate é um subproduto, que assim como os caroços, poderia ser melhor explorado. Objetivou-se com este estudo avaliar farinhas de caroços e de polpa de abacate desengordurada, determinando os pigmentos clorofilas e carotenoides, bem como os parâmetros de cor, visando contribuir com informações que auxiliem na identificação das potencialidade destes produtos. As amostras consistiram de farinha de polpa de abacate desengordurada da variedade Breda, farinhas de caroços de abacate das variedades Breda e Margarida (esta última branqueada e não branqueada). Determinaram-se nas amostras os teores dos pigmentos clorofilas e carotenoides, além da cor (a^* , b^* , L^*), sendo calculados o ângulo hue e croma. Encontraram-se baixas concentrações de pigmentos em todas as amostras, entretanto, a farinha de polpa desengordurada mostrou conteúdo significativamente maior que as farinhas de caroços. Nas farinhas de caroços não se observou efeito significativo da variedade ou do processo de branqueamento sobre os pigmentos avaliados. Em relação a cor, a variedade do abacate não influenciou nos parâmetros avaliados na farinhas de caroços, no entanto, o processo de branqueamento reduziu a intensidade da cor e aumentou a opacidade. A farinha de polpa desengordurada mostrou cor com tendência ao amarelo-esverdeado, enquanto as farinhas de caroços, ao amarelo avermelhado. Conhecer as características destas farinhas pode contribuir para identificar suas potencialidades.

PIGMENTS EVALUATION AND COLOR IN FLOURS OF AVOCADO PULP AND SEEDS ABSTRACT

After extracting the oil, the residue from the avocado pulp is a by-product, which, like the seeds, could be better explored. The objective of this study was to evaluate flours of avocado seed and pulp, determining the chlorophyll and carotenoid pigments, as well as the color parameters, in order to contribute with information to help identify the potential of these products. The samples

Keywords:

Breda and Margarida varieties
Carotenoids
Chlorophylls

consisted of defatted avocado pulp of the Breda variety, avocado seed flours of the Breda and Margarida varieties (the latter bleached and unbleached). The contents of the chlorophyll and carotenoid pigments, in addition to color (a^* , b^* , L^*) were determined in the samples, and the hue angle and chroma were calculated. Low concentrations of pigments were found in all samples, however, defatted pulp flour showed a significantly higher content than seed flours. In seed flours there was no significant effect of the variety or the bleaching process on the pigments evaluated. Regarding color, the avocado variety did not influence the parameters evaluated in the seed flours, however, the bleaching process reduced the color intensity and increased the opacity. The defatted pulp flour showed a color with a tendency to yellow-greenish, while the seed flours, to reddish yellow. Knowing the characteristics of these flours can help to identify their potential.

1. INTRODUÇÃO

O abacate é uma fruta tropical que se destaca nutricionalmente pela qualidade de seus compostos, sendo uma das mais completas, em particular pela expressiva quantidade de óleo, da qual, comumente, outras frutas carecem (SOUZA et al., 2017).

O fruto rico em lipídeos contém elevado teor de ácidos graxos monoinsaturados, sendo considerado uma importante fonte de energia. Além disso, apresenta em sua composição carboidratos, proteínas, fibras dietéticas e vitaminas. O abacate em média contém 28% de casca, 58% de polpa e 14% de caroço (BRITO, 2019). Além dos ácidos graxos ômega-9, os quais parecem apresentar efeitos benéficos para a saúde do consumidor em relação à prevenção de doenças cardiovasculares, outros compostos estão presentes na fração lipídica, como fitoesteróis, tocoferóis e squaleno, os quais têm sido reconhecidos por seus benefícios à saúde humana (CHAVES et al., 2013).

A produção de alimentos ricos em compostos naturais e bioativos tem sido motivada, principalmente, pela demanda dos consumidores por uma alimentação mais saudável (KRUMREICH, 2018).

O abacate contém altos índices de carotenoides, que são compostos com comprovados benefícios à saúde. Os carotenoides estão envolvidos na prevenção de diversas doenças, como o câncer, doenças cardiovasculares e outras doenças relacionadas à baixa função imune (ZAGHDOUDI et al., 2015).

Os carotenoides pró-vitâmicos contêm ao menos um anel β -ionona em sua estrutura, os quais são convertidos em retinol, esses incluem o β -caroteno, α -caroteno, γ -caroteno, β -criptoxantina e α -criptoxantina (KRUMREICH, 2018).

Da mesma forma que os carotenoides, a clorofila também é responsável pela cor do abacate e de seu óleo, assim como no azeite de oliva. A presença de forma mais ou menos

acentuada desses pigmentos depende de fatores como o grau de amadurecimento da fruta, a cultivar, o solo, e as condições climáticas, bem como os procedimentos de processamento e condições de estocagem (KASTER, 2018). Há relato na literatura sobre efeitos antimutagênicos e antígenotóxicos da clorofila, relacionados a variados benefícios à saúde humana (SANTOS, 2016).

Carotenoides e clorofilas também influem na cor do alimento, fator de extrema importância. A cor dos alimentos e outros aspectos de aparência fornecem a primeira impressão e ajudam o consumidor na decisão sobre aceitação ou rejeição do produto (GULARTE, 2009).

Além da casca e da polpa o abacate tem em sua composição o caroço, que na maioria das vezes, é desperdiçado, no entanto, a literatura sugere algumas formas de utilização desse volumoso subproduto, sendo que estudos de caracterização podem auxiliar neste processo (SOUZA, 2015). Há possibilidade de que caroços de abacate sejam utilizados como fontes de complementos alimentares, medicamentos, entre outros (BRITO, 2019). Segundo Brito (2019), o caroço de abacate possui elevados níveis de potássio, sendo uma excelente fonte de fibra dietética, apresentando teores de taninos e compostos de polifenóis com atividade antioxidante superior à sua porção comestível.

O resíduo da polpa, oriundo do processo de extração do óleo também representa um subproduto do abacate, gera acúmulo de material fibroso nas indústrias de beneficiamento, elevando os custos para sua remoção. Entretanto, o alto teor de fibras desse subproduto permite que a farinha resultante da extração do óleo possa ser utilizada na elaboração de produtos de panificação (biscoitos e pães) e massas alimentícias. Nesse sentido, o desenvolvimento de produtos à base de abacate, além de representar novas opções ao consumo dessa fruta, pode propiciar alternativas alimentares associadas aos benefícios das fibras ao organismo (CHAVES et al., 2013).

Tendo em vista o exposto, objetivou-se com este estudo avaliar farinhas de caroço e de polpa de abacate desengordurada por meio da quantificação dos teores de clorofilas e carotenoides, bem como pela determinação de parâmetros de cor, visando contribuir com informações que auxiliem na identificação das potencialidade destes produtos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras consistiram de farinha de polpa de abacate desengordurada da variedade Breda, farinha de caroço de abacate da variedade Breda e farinha de caroço de abacate da variedade Margarida (branqueada e não branqueada). Todas foram doadas por um produtor de São Sebastião do Paraíso/MG.

Segundo as informações do produtor, o processo de branqueamento foi realizado com vapor de água, e a secagem das matérias-primas efetuada em secador do tipo *drum dryer*. Para execução deste processo, a polpa de abacate desengordurada foi adicionada de 10% de amido, para facilitar a formação do "filme" de produto no secador. Na Figura 1, mostram-se etapas da obtenção das farinhas.



Figura 1. Produção da farinha de polpa de abacate. À esquerda a polpa de abacate desengordurada sendo misturada com o amido, antes da secagem, à direita polpa sendo desidratada no secador *drum dryer*.

Após a secagem, as farinhas foram moídas em moinho de martelos e peneiradas.

Determinaram-se nas amostras os teores dos pigmentos clorofilas e carotenoides, além da cor, por colorimetria.

Para a análise do total de carotenoides, utilizou-se a metodologia de Rodriguez-Amaya (2001), em que pesaram-se 2 g de farinha, adicionaram-se 20 mL de acetona gelada, manteve-se sob agitação por 10 min, filtrou-se em algodão para funil de separação, adicionaram-se 30 mL de éter de petróleo e 30 mL de água destilada, recolheu-se a fase aquosa, fez-se mais 3 lavagens com 30 mL de água destilada. Após a última lavagem recolheu-se a parte superior em balão de 50 mL e completou-se o volume com éter. A leitura da absorbância foi feita no comprimento de onda 450 nm (Jenway 6705 UV/VIS). Os resultados foram expressos em mg.kg^{-1} de β -caroteno, conforme a Equação 1.

$$\text{Carotenoides Totais } \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg}} \right) = \frac{\text{Abs} \cdot V(\text{mL}) \cdot 10^6}{A1\text{cm}^{1\%} \cdot 100 \cdot P(\text{g})}$$

Em que: Abs = absorvância; V = volume da solução (10 mL); $A1\text{cm}^{1\%}$ = coeficiente de absorção (2500, equivalente ao carotenoide majoritário β -caroteno) e; P = peso da amostra diluído no volume V.

Na determinação do total de clorofilas, seguiu-se a mesma metodologia proposta por Rodriguez-Amaya (2001) para determinação dos carotenoides, entretanto a leitura da absorvância foi executada nos comprimentos de onda 630, 670 e 710 nm (Jenway 6705 UV/VIS), sendo os resultados expressos em $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, conforme a Equação 2.

$$\text{Clorofilas Totais } \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg}} \right) = \frac{A_{670} \cdot \frac{A_{630} + A_{710}}{2}}{0,0964 l}$$

Em que: A_{670} = absorvância obtida em 670 nm; A_{630} = absorvância obtida em 630 nm; A_{710} = absorvância obtida em 710 nm e; L = comprimento da célula em cm.

Para determinação física de cor utilizou-se um colorímetro MINOLTA CR 400, através do sistema de leitura CIELAB (*Commission Internationale de Eclairage*), representado pelos seguintes parâmetros: coordenada L^* expressa o grau de luminosidade da cor medida ($L^* = 100 =$ branco; $L^* = 0 =$ preto), a coordenada a^* expressa o grau de variação entre o vermelho (+60) e o verde (-60) e a coordenada b^* expressa o grau de variação entre o azul (-60) e o amarelo (+60). Os valores a^* e b^* foram utilizados para calcular ângulo Hue [$\arctan(b^*/a^*)$] e o Croma [$(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$] (BORGES et al., 2013).

Por fim, os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ao nível de significância de 5%, para comparação das médias, utilizando o programa Statistix 10.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar que em relação ao conteúdo de pigmentos, há diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as farinhas de caroços e a de polpa (Tabela 1). Na farinha da polpa detectou-se maiores conteúdos de carotenoides e de clorofilas que os encontrados nas

farinhas de caroços, contudo, todas as amostras apresentaram baixas concentrações de carotenoides.

Tabela 1. Dados das determinações dos pigmentos carotenoides e clorofilas nas farinhas de caroços e polpa de abacates das variedades Breda e Margarida.

| Amostras | Determinações | |
|---------------------------------------|--|--------------------------------------|
| | Carotenoides (mg.kg ⁻¹ β-caroteno) | Clorofilas (mg.kg ⁻¹) |
| Farinha caroço Breda | 0,014±0,014 b | ND |
| Farinha caroço Margarida | 0,028±0,010 b | 0,013±0,003 b |
| Farinha caroço Margarida branqueada | 0,056±0,002 b | 0,021±0,005 b |
| Farinha de polpa Breda desengordurada | 0,229±0,101 a | 1,010±0,011 a |

ND: não detectado. Letras iguais na coluna indicam que não há diferença estatisticamente significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Fonte: Dados obtidos pelos autores.

As farinhas de caroços apresentaram similaridade em relação ao conteúdo de carotenoides, independentemente da variedade e da execução ou não do processo de branqueamento, sendo que todas elas mostraram para este parâmetro valores desprezíveis.

Em relação ao conteúdo de clorofilas, os valores também foram muito baixos para as farinhas de caroços, sendo inclusive não detectado esse pigmento na farinha de caroço da variedade Breda. Já na farinha dos caroços da variedade Margarida, a presença das clorofilas não foi afetada pela execução ou não de branqueamento, pois não houve diferença significativa entre as amostras branqueada ou não ($p \geq 0,05$).

A farinha de polpa de abacate desengordurada, entre as amostras avaliadas, foi a que apresentou maior conteúdo de clorofila ($p \leq 0,05$).

Costa (2017) avaliou óleo de abacate do tipo Breda, extraído em diferentes temperaturas e obteve para carotenoides resultados acima de 45 mg.kg⁻¹ de β-caroteno, podendo assim inferir que a maioria do composto se encontra no óleo, restando na polpa pequenas concentrações. No mesmo estudo, também foi avaliado o conteúdo de clorofilas, sendo o valor máximo encontrado no óleo foi 1,47 mg.kg⁻¹, o que mostra a baixa quantidade do pigmento, mesmo no meio em que ele tem mais afinidade de solubilidade.

Mooz et al. (2012) realizaram a caracterização física e química da polpa de abacates de quatro variedades (Avocado, Guatemala, Dicson e Manteiga) e após a extração com acetona 80%, identificaram nos extratos orgânicos entre 1,72 e 5,65 mg.mL⁻¹ de carotenoides, e entre 8,09 e 16,39 mg.mL⁻¹ de clorofila nas amostras.

Na literatura não se encontrou dados de pigmentos em farinhas de caroços de abacate, entretanto, reportam-se alguns estudos com vegetais de cor similar ao abacate, em que as avaliações são feitas seja na polpa, farinha ou porções que representariam resíduos.

Edelenbos, Christensen e Grevsen (2001) analisaram os pigmentos carotenoides e clorofilas em seis genótipos de ervilha (Avola, Tristar, Rampart, Turon, Bella, Greenshaft), que foram branqueadas, congeladas e descongeladas. As quantidades de β -caroteno encontradas variaram entre 4,4 a 5,1 mg.kg⁻¹ e de clorofilas entre 110 e 120 mg.kg⁻¹.

Hanan et al. (2020) avaliaram os pigmentos em ervilha verde, utilizada para formulação de sopa em pó. As quantidades de carotenoides totais descritas foram de 76,28 mg.kg⁻¹ e de clorofilas de 13,09 mg.kg⁻¹.

Em porções consideradas resíduos, estes pigmentos foram avaliados em cascas da goiaba serrana (*Acca sellowiana* Berg. Burret), em 5 estágios de maturação, sendo encontradas concentrações bastante elevadas de clorofila, entre 160 e 533 mg.kg⁻¹, sendo que a maturação dos frutos influenciou negativamente no conteúdo deste pigmento. Já os teores de carotenoides obtidos ficaram entre 43 e 119 mg.kg⁻¹ (ZACCARI et al., 2017).

Ainda, em relação a cascas, Lancaster et al. (1997) avaliaram outros frutos, reportando conteúdo de clorofila na casca de maçã vermelha (*Malus pumilla* L.) de 32 mg.kg⁻¹, na casca de pepino verde (*Pepino sativum* L.) de 792 mg.kg⁻¹, na casca de limão verde (*Citrullus limon* L.) de 276 mg.kg⁻¹, e em cascas de uva preta de 378 mg.kg⁻¹. Os mesmos autores também descrevem teores de carotenoides totais nas cascas desses vegetais de, respectivamente, 10 mg.kg⁻¹, 61 mg.kg⁻¹, 25 mg.kg⁻¹ e 276 mg.kg⁻¹.

Verifica-se assim, que as concentrações de clorofilas e carotenoides são bastante variáveis segundo o vegetal, sua porção ou estágio de maturação, entretanto, de um modo geral, os valores reportados na literatura para os pigmentos em questão foram bastante superiores aos obtidos neste estudo.

Na avaliação de cor é determinada a intensidade, o tom ou a matiz, a vivacidade, a saturação ou grau de pureza e a luminosidade ou brilho (LIMA; GOMES; VENTURA; SILVEIRA, 2011).

Na avaliação da cor das amostras de farinha, observou-se que em todos os parâmetros (a*, b* e L*, ângulo hue e croma) a farinha de polpa desengordurada diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) das farinhas de caroços (Tabela 2).

Tabela 2. Dados das determinações de cor das farinhas de caroços e polpa de abacates das variedades Breda e Margarida.

| Amostras | a* | b* | L* | Ângulo Hue | Croma |
|----------|-------------------------|-------------------------|--------------|-------------------------|-------------------------|
| FCB | 10,12±0,73b | 18,42±1,27 ^a | 47,36±2,95ab | 61,23±0,49c | 21,02±1,45 ^a |
| FCM | 11,41±0,31 ^a | 19,05±0,50 ^a | 49,62±1,16a | 59,08±0,42d | 22,21±0,57 ^a |
| FCMB | 5,90±0,20c | 12,32±0,33b | 44,42±1,50b | 64,35±0,26b | 13,66±0,38b |
| FPB | 0,96±0,04d | 7,20±0,53c | 28,92±2,42c | 82,36±0,55 ^a | 7,26±0,53c |

FCB: farinha de caroço variedade Breda; FCM: farinha de caroço da variedade Margarida; FCMB: farinha de caroço da variedade Margarida branqueada; FPB: farinha de polpa desengordurada da variedade Breda. Letras iguais na coluna indicam que não há diferença estatisticamente significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Fonte: Dados obtidos pelos autores.

A comparação entre as farinhas de caroços demonstrou que em relação ao parâmetro a* e ângulo hue, todas as amostras diferiram entre si ($p \leq 0,05$). Por outro lado, verificou-se similaridade entre as farinhas de caroço Breda e Margarida em relação ao parâmetro b*, a luminosidade (L*) e o croma. Ainda, observou-se que em relação a cor, há execução do branqueamento na farinha de caroço Breda, produz efeito significativo, já que todos os parâmetros avaliados nas farinhas branqueada e não branqueada foram diferentes ($p \leq 0,05$).

Segundo o sistema CIELAB, valores de a* maiores que zero estão relacionados a cor vermelho/púrpura e menores que zero a cor verde, de outra forma, valores de b* maiores que zero demonstram a cor amarela e menores que zero a cor azul (KASTER, 2018). Assim sendo, obteve-se para as amostras resultados de cor próximos do amarelo avermelhado, com maior tendência a esta coloração para as farinhas de caroço. A farinha de polpa de abacate mostrou baixo valor para o parâmetro a*, indicando tendência para o verde, cor característica da polpa do fruto.

Os valores do ângulo hue vêm corroborar com o observado para os resultados de a* e b*. Considera-se o ângulo de 0° a coloração vermelha, o ângulo de 90° a coloração amarelo, o ângulo de 180° a coloração verde, e o ângulo de 270° a coloração azul (FERREIRA; SPRICIGO, 2017). Portanto, verificando-se, novamente, a tendência à coloração entre amarelo e vermelho.

Nota-se que as amostras em geral possuem uma cor pouco intensa, pelos seus baixos valores de croma, uma vez que, o croma está relacionado à pureza ou intensidade da cor. Para cromaticidade os valores variam de 0, representando cores neutras, até 60, representando cores vivas, ou seja, altos valores estão associados a maior intensidade da cor e os baixos, à neutralidade (KASTER, 2018). Entre as amostras avaliadas, a farinha da polpa

desengordurada foi a que apresentou menor intensidade da cor, seguida pela amostra de farinha de caroço Margarida que foi branqueada.

Seguindo na mesma linha, as amostras mostraram tendência a opacidade, por apresentarem valores de L^* abaixo de 50, sendo que o parâmetro L^* indica a luminosidade entre o claro e o escuro (100 = branco e 0 = preto) (KASTER, 2018). Novamente, a farinha da polpa desengordurada foi a que apresentou menor valor, portanto, maior opacidade.

A farinha de caroço da variedade Margarida branqueada foi a amostra que apresentou os menores valores de a^* , b^* , L^* e croma, quando comparada às demais amostras de farinha de caroço, indicando que o processo de branqueamento que foi executado, não atuou positivamente sobre a cor do produto.

Segundo Oliveira (2017), o branqueamento é um tratamento utilizado para a destruição da microflora de superfície e preservar atributos de qualidade (sabor, odor e cor), através da inativação enzimática. Portanto, o realce da cor não é objetivo principal, assim o contraste da amostra de farinha de branqueada em relação as demais, poderia justificar-se em função de alguns constituinte do caroço do abacate que sofra escurecimento ou diminuição de cor sobre a ação do calor.

Destaca-se também, que a farinha da polpa desengordurada pode ter sofrido prejuízos de cor em função da retirada do óleo, que carrega muitos compostos que contribuem com a cor, como por exemplo os carotenoides.

4. CONCLUSÃO

As farinhas de caroço e de polpa desengordurada de abacate apresentaram diferenças significativas em relação a presença de pigmentos e a cor. Contudo, os conteúdos de carotenoides e clorofilas em todas as amostras foram considerados muito baixos.

Em relação a cor, se observou que a variedade do abacate não influenciou nos parâmetros avaliados nas farinhas de caroços, porém, o processo de branqueamento reduziu a intensidade da cor e aumentou a opacidade.

A farinha de polpa desengordurada de abacate mostrou cor com tendência ao amarelo-esverdeado, enquanto as farinhas de caroços, ao amarelo avermelhado.

A produção de farinhas de subprodutos do abacate pode representar uma alternativa para o aproveitamento de partes comumente descartadas no processo de extração

do óleo. Desta forma, as avaliações realizadas vêm a contribuir com informações sobre estes produtos, visando identificar suas potencialidades.

REFERÊNCIAS

- BORGES, Caroline Dellinghausen; MENDONÇA, Carla Rosane Barboza; ZAMBIAZI, Rui Carlos; NOGUEIRA, Daiane; PINTO, Evelize Maia; PAIVA, Flávia Fernandes. Conservação de morangos com revestimento à base de goma xantana e óleo essencial de sálvia. **Bioscience Journal**, v.29, n.5, p.1071-1083, 2013.
- BRITO, Jessica Hoffmann. **Produção e caracterização estrutural, morfológica e térmica de filmes biodegradáveis utilizando amido de caroço de abacate (*Persea americana* Mill) e bagaço de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. 2019. 100f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Programa de Pós - Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa 2019.
- CARVALHO, Adriana Gomez César. **Nutrição e Saúde: os desafios da interdisciplinaridade nos ciclos da vida humana**. Campina Grande: Instituto Bioeducação – IBEA. 2017. p.126-145.
- CHAVES, Marcia Alves et al. Elaboração de biscoito integral utilizando óleo e farinha da polpa de abacate. **Boletim do CEPPA**, v.31, n.2, p.215-226, jul./dez., 2013.
- COSTA, Laura de Vasconcelos et al. Avaliações em óleos de abacate da variedade brenda: efeitos da temperatura de extração. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 26., 2017, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPEL, 2017.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. 4ª ed. Porto Alegre - RS: Artmed, 2010.
- EDELENBOS, M.; CHRISTENSEN, L. P.; GREVSEN, K. HPLC determination of chlorophyll and carotenoid pigments in processed green pea cultivars (*Pisum sativum* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 10, p. 4768–4774, 2001.
- FAO. **FAOSTAT: Food and Agricultural Commodities Production**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/desktopdefault.aspx?pageid=567#ancor>. Acesso em: 05 de agosto de 2020.
- FERREIRA, Marcos David; SPRICIGO, Poliana Cristina. Colorimetria - princípios e aplicações na agricultura. In: FERREIRA, Marcos David (Ed.técnico). **Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças**. São Carlos: Embrapa Instrumentação, p.209-220, 2017.
- GULARTE, Marcia Arocha. **Manual de análise sensorial**. Rio Grande do Sul: Universitária, 2009.
- HANAN, E. et al. Utilization of pea pod powder for formulation of instant pea soup powder. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 44, n. 11, p. 1–10, 2020.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal**, 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/5457#resultado>. Acesso em: 06 de setembro de 2020.
- KASTER, Jéssica Bosenbecker. **Elaboração e avaliação de maioneses contendo óleo de abacate**. 2018. 40f. Relatório final de estágio (Curso de Tecnologia em Alimentos) – Tecnologia em Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2018.

KRUMREICH, Fernanda Doring. **Obtenção de óleo de abacate por diferentes processos: avaliação da qualidade, perfil de biocompostos e incorporação em fibras ultrafinas de zeína**. 2018. 116f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2018.

LANCASTER, J. E. et al. Influence of Pigment Composition on Skin Color in a Wide Range of Fruit and Vegetables. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 122, n. 4, p. 594–598, 1997.

LIMA, Monica Gomes; GOMES, Bruno Duarte; VENTURA, Dora Fix; SILVEIRA, Luiz Carlos de Lima. Métodos utilizados na avaliação psicofísica da visão de cores humana. **Psicologia USP**, v. 22, n.1, p.197-222, 2011.

MOOZ, E. D. et al. Physical and chemical characterization of the pulp of different varieties of avocado targeting oil extraction potential. **Food Science and Technology**, v. 32, n. 2, p. 274–280, 2012.

OLIVEIRA, Caroline Sutil de. **Influência do branqueamento nas propriedades físico-químicas de vegetais armazenados em temperatura de armazenamento**. 2017. 31f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Alimentos) – Departamento de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira. 2017.

RODRIGUEZ-AMAYA, Delia B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: ILSI Press, p. 64, 2001.

SANTOS, Ana Paula Felipe dos. **Avaliação de níveis de pigmentos e crescimento da microalga Haematococcus pluvialis (Flotow 1844) cultivada em diferentes meios de cultura**. 2016. 59f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) - Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2016.

SOUZA, Bianca Planella de et al. Avaliação de parâmetros de qualidade e identidade de óleos de abacate comerciais. In: ONE, Gisele Medeiros da Costa; CARVALHO, Adriana Gomez César. **Nutrição e Saúde: os desafios da interdisciplinaridade nos ciclos da vida humana**. Campina Grande: Instituto Bioeducação – IBEA. 2017. p.126-145.

SOUZA, Eliacilene Alves de. **Caracterização física, química e avaliação da toxicidade do caroço de abacate (*Persea americana mill*)**. 2015. 41f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Nutrição) - Unidade Acadêmica de Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 2015.

UENOJO, Mariana; MARÓSTICA-JUNIOR, Mário Roberto; PASTORE, Gláucia Maria. Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. **Química Nova**, v 30, n 3, p.616-622, 2007.

ZACCARI, Fernanda et al. Parâmetros colorimétricos y contenido de pigmentos en cinco colores de cáscara de fruto de guayabo [*Acacia sellowiana* (Berg) Burret]. **Agrociencia Uruguay**, v. 21, n. 2, p. 23–30, 2017.



ELABORAÇÃO DE SORVETE A BASE DE LEITE DE CABRA, ADOÇADO COM AÇÚCAR E/OU MEL DE ABELHAS

Kalielson Renato da Silva Pinto

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Sousa

<http://lattes.cnpq.br/4530012378322633>

<https://orcid.org/0000-0003-1698-254X>

Suely Cristina Pereira de Lima Oliveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Sousa

<http://lattes.cnpq.br/9610581759895535>

Laiza de Oliveira Pessoa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Sousa

<http://lattes.cnpq.br/1253075723227710>

Gilmara Fernandes de Lima Gonçalves

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Sousa

<http://lattes.cnpq.br/2669944217472254>

Informações sobre o
artigo:

Recebido em: 12/12/2020

Aceito em: 15/12/2020

Publicado em: 22/02/2021

Palavras-chave:

Caprino

Mel

Aceitabilidade

RESUMO

Objetivou-se desenvolver um sorvete de leite de cabra como opção para pessoas com intolerância ao leite de vaca saborizado com polpa de tamarindo, adicionado com diferentes proporções de açúcar e mel, sem perder as características sensoriais do original, valorizando e agregando valor a produtos regionais. Foram produzidas quatro formulações com diferentes concentrações de açúcar e mel de abelhas. Foi realizado teste sensorial com 120 julgadores não treinados. As análises físico-químicas e teste sensorial de aceitação foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey para comparação das médias, ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$). As análises microbiológicas atenderam aos limites estabelecidos pela legislação, sendo consideradas aptas para o consumo humano. Com relação aos atributos cor, odor, textura, sabor, consistência, aceitação global e intenção de compra, as formulações F1 e F2, obtiveram maiores índices de aceitabilidade para todos os atributos. A formulação F4 com maior percentual de mel de abelhas na formulação obteve índice inferior a 70% para os atributos de sabor e intenção de compra. Concluiu-se que, todos os tratamentos obtiveram características físico-química, sensoriais e microbiológicas satisfatórias.

PREPARATION OF SORROW ON THE BASIS OF GOAT MILK, SUGARED WITH SUGAR AND / OR HONEY BEE

ABSTRACT

The objective was to develop a goat's milk ice cream as an option for people with intolerance to cow's milk flavored with tamarind pulp, added with different proportions of sugar and honey, without losing the sensory characteristics of the original, valuing and adding value to regional products. Four formulations with different concentrations of sugar and honey were produced. Sensory testing was performed with 120 untrained judges. The physical-chemical analyzes and sensory acceptance test were submitted to analysis of variance (ANOVA) and to the Tukey test for comparison of means, at the level of 5% of significance ($p < 0.05$). The microbiological analyzes met the limits established by the legislation, being considered suitable for human consumption. Regarding the attributes color, odor, texture, flavor, consistency, global acceptance and purchase intention, formulations F1 and F2, obtained higher levels of acceptability for all

Keywords:

Goat

Honey

Acceptability

attributes. The F4 formulation with the highest percentage of bee honey in the formulation obtained an index of less than 70% for the attributes of flavor and purchase intention. It was concluded that, all treatments obtained satisfactory physical-chemical, sensory and microbiological characteristics.

1. INTRODUÇÃO

O rebanho caprino brasileiro possui atualmente cerca de 10,05 milhões de cabeças com produção de 135 milhões de litros de leite, colocando o Brasil como o maior produtor do continente americano (FAO, 2011). No Brasil, a região nordeste se destaca como a maior produtora (IBGE, 2011).

Dentre os derivados do leite de cabra, o produto com maior aceitação no mercado brasileiro é o iogurte, pois além de muito atrativo sensorialmente, apresenta também vantagens de produção, como baixo custo e facilidade de armazenamento. Recentemente, outro produto que vem ganhando destaque entre os derivados do leite de cabra é o sorvete, por ser considerado de fácil preparo e grande aceitação, com um vasto mercado a ser explorado (MARTINS et. al., 2007).

O leite de cabra apresenta alta digestibilidade e potencial alergênico inferior ao leite de vaca, sendo amplamente indicado para a dieta infantil, de idosos e nos casos de intolerância ao leite de vaca (ALVES et al., 2009). Essa digestibilidade dar-se ao pequeno diâmetro dos glóbulos de gordura, pois glóbulos de tamanhos menores são mais facilmente absorvidos e digeridos pelo organismo humano (PINTO JÚNIOR, 2012).

Mundialmente, o sorvete é um produto de boa aceitação sensorial e de fácil consumo (SOUZA et al.,2010). Esse derivado lácteo oferece uma combinação de propriedades sensoriais altamente desejáveis, agregadas ao seu alto valor nutricional. Esses fatores fazem do sorvete um alimento ideal para todas as idades (SILVA et al., 2013).

Devido à necessidade de industrialização do leite de cabra e pelo mercado de sorvete ainda ser pouco explorado, estudos vem sendo realizados nesse âmbito. Desta forma, a produção de sorvete a partir de leite de cabra em substituição ao leite bovino é atrativa, em razão das suas propriedades nutricionais, antialérgicas e sensoriais (RIBEIRO, 2010).

Assim, objetivou-se desenvolver um sorvete de leite de cabra como opção para pessoas com intolerância ao leite de vaca saborizado com polpa de tamarindo, adicionado com diferentes proporções de açúcar e mel, sem perder as características sensoriais do original, valorizando e agregando valor a produtos regionais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A matéria-prima foi obtida do rebanho caprino do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, campus Sousa (IFPB) e os sorvetes elaborados no setor de Processamento de Leite e Derivados da mesma instituição.

Foram realizados quatro tratamentos: F1, F2, F3 e F4, os quais diferiram em relação as quantidades de açúcar e mel, conforme tabela 1.

Tabela 1. Percentual dos componentes constituintes das formulações do sorvete.

| Ingredientes | F1 (%) | F2 (%) | F3 (%) | F4 (%) |
|--------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Leite de Cabra | 62 | 62 | 62 | 62 |
| Polpa de Fruta | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Açúcar | 11,5 | 7,2 | 4,3 | - |
| Mel | - | 4,3 | 7,2 | 11,5 |
| Glucose de Milho | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,7 |
| Gordura Vegetal | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Emulsificante e Estabilizante | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 |
| Liga Neutra | 1 | 1 | 1 | 1 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os parâmetros físico-químicos analisados no sorvete foram os teores de umidade, açúcares redutores e não-redutores, carboidratos totais, cinzas, proteínas, lipídeos, acidez total titulável, pH e valor calórico. As análises foram realizadas em triplicatas conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os valores médios obtidos e desvio padrão por meio das determinações físico-químicas realizadas nas formulações do sorvete saborizado com polpa de tamarindo com as diferentes proporções de açúcar e mel.

Os resultados de umidade encontrados neste trabalho apresentam diferença entre os tratamentos, a medida em que foi aumentando a concentração de mel e diminuindo o percentual de açúcar. Esses resultados foram semelhantes aos de Pinto (2017) ao utilizar polpa de mandacaru e xiquexique na elaboração de sorvete, obtendo-se valores de 71,89% a 79,13%, estando dentro dos limites dos valores aceitos pela legislação vigente para sorvetes.

Os valores obtidos para extrato seco total consequentemente foram inversos entre os tratamentos. A formulação F1 apresentou valor maior em relação as demais por não apresentar percentual de mel na formulação. Com isso, pode-se observar que à medida que foi aumentando a concentração de mel nas formulações os valores de extrato seco total foi diminuindo entre os tratamentos. Quando comparados aos valores observados por Silva et al. (2013) e Paula et al. (2010), estão bem abaixo dos encontrados pelos autores, 50,4 e 38,38%, respectivamente.

Tabela 2. Valores médios dos parâmetros físico-químicos das formulações dos sorvetes

| Parâmetros | F1 | F2 | F3 | F4 |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Umidade (%) | 71,05±2,01 ^a | 71,65±1,04 ^a | 74,28±0,44 ^b | 75,16±0,05 ^c |
| Extrato Seco Total (%) | 28,55±2,01 ^c | 28,58±1,04 ^c | 26,18±0,44 ^b | 25,00±0,27 ^a |
| Atividade de água (Aw) | 0,949±0,00 ^d | 0,967±0,00 ^b | 0,975±0,00 ^a | 0,976±0,00 ^a |
| Acidez Total (%) | 1,28±0,01 ^a | 1,25±0,03 ^a | 1,26±0,01 ^a | 1,40±0,19 ^b |
| pH | 3,45±0,01 ^b | 3,49±0,02 ^b | 3,49±0,02 ^b | 3,35±0,25 ^a |
| Cinzas (%) | 0,69±0,01 ^a | 0,72±0,01 ^b | 0,73±0,01 ^b | 0,66±0,04 ^a |
| Lipídeos (%) | 8,53±0,51 ^c | 8,46±0,93 ^a | 8,21±0,66 ^b | 8,43±0,37 ^a |
| Açúcares Redutores (%) | 7,87±0,54 ^d | 7,52±0,46 ^c | 7,29±0,87 ^b | 5,96±0,44 ^a |
| Açúcares não redutores (%) | 1,26±0,28 ^d | 0,42±0,16 ^b | 0,78±0,02 ^c | 0,23±0,09 ^a |
| Açúcares Totais (%) | 9,13±0,82 ^d | 7,94±0,38 ^c | 8,04±0,80 ^b | 6,18±0,39 ^a |
| Proteínas (%) | 2,31±0,09 ^a | 2,22±0,23 ^a | 2,49±0,07 ^a | 2,38±0,29 ^a |
| Carboidratos totais (%) | 17,10±1,90 ^c | 17,27±1,43 ^c | 14,73±1,35 ^b | 13,48±0,64 ^a |
| Valor Calórico (Kcal) | 154,45±9,47 ^b | 154,98±9,55 ^b | 142,74±10,89 ^{ab} | 139,29±5,00 ^a |

Médias em seguidas com letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente ($p < 0,5$), com base no teste Tukey.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As formulações de sorvete avaliadas apresentaram pouca diferença entre os tratamentos para os parâmetros de cinza. Para Cecchi (2003) o conteúdo de cinzas pode variar dependendo do tipo de alimentos, sendo em produtos lácteos o teor é de 0,7 a 6,0%, porém, os valores encontrados nesse trabalho, encontra-se semelhantes aos encontrados por Paula et al. (2010), que foi de 0,60, e acima dos valores encontrados por Silva et al. (2013), de 0,38.

A quantidade de lipídeos encontrados nesse estudo apresentou-se acima dos encontrados por Pazianotti (2010), em estudos de sorvetes artesanais e industriais comercializados na região de arapongas-PR, que variou de 7,46 a 12% de gordura, assim como Silva et al. (2013) com valores de 18,98 e 10,67%, em estudos referentes a sorvetes elaborados com e sem leite de cabra.

Nas marcas industriais, os teores de lipídios são relativamente altos e estão relacionados ao fato, que atualmente adiciona-se cada vez mais gordura hidrogenada aos sorvetes para conferir maior maciez, cremosidade e durabilidade, e reduzir a sensação de frio (COELHO e ROCHA, 2005).

O teor proteico obtido não apresentou diferença entre os tratamentos. As proteínas influenciam no batimento, na emulsificação e melhora a estrutura (SILVEIRA et al., 2009), além de contribuir nas propriedades funcionais tais como a interação com outros estabilizantes, estabilização da uma emulsão depois da homogeneização, contribuição para a formação da estrutura do gelado e capacidade de retenção de água, que melhora viscosidade da mistura (SOUZA et al, 2010).

Os dados obtidos da quantidade de carboidratos neste estudo diferiram entre os tratamentos devido as diferentes concentrações de açúcar e mel nas formulações, bem abaixo dos encontrados por Pazianotti et al. (2010) e Piatì et al. (2015) que foram de 18,59 e 18,76%, respectivamente. Consequentemente houve diferença sobre o valor calórico, sendo a F1 mais calórica que as demais, decorrente da utilização do açúcar.

Na tabela 3, estão expostos os resultados obtidos nas análises sensoriais realizadas nas formulações do sorvete.

De acordo com os dados obtidos, pode-se perceber que não houve diferença significativa entre as formulações F1, F2, F3 e F4 nos atributos de cor, odor, consistência, textura e intenção de compra.

Tabela 3. Médias obtidas dos atributos sensoriais estipulados para realização da análise

| Parâmetros Sensoriais | Formulações | | | |
|-----------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| | F1 | F2 | F3 | F4 |
| Cor | 7,38±1,26 ^a | 7,26±1,36 ^a | 7,25±1,29 ^a | 7,30±1,17 ^a |
| Odor | 7,00±1,36 ^a | 6,76±1,62 ^a | 6,98±1,35 ^a | 6,90±1,43 ^a |
| Textura | 7,03±1,60 ^a | 7,00±1,52 ^a | 6,94±1,48 ^a | 6,71±1,57 ^a |
| Sabor | 7,34±1,69 ^a | 6,68±1,67 ^{ab} | 7,11±1,38 ^a | 6,25±1,99 ^b |
| Consistência | 6,93±1,70 ^a | 6,78±1,87 ^a | 6,98±1,54 ^a | 6,66±1,70 ^a |
| Aceitação Global | 7,36±1,40 ^a | 6,97±1,57 ^{ab} | 7,19±1,33 ^{ab} | 6,57±1,75 ^b |
| Intenção de compra | 3,80±1,18 ^a | 3,48±1,17 ^a | 3,71±1,03 ^a | 3,34±1,15 ^a |

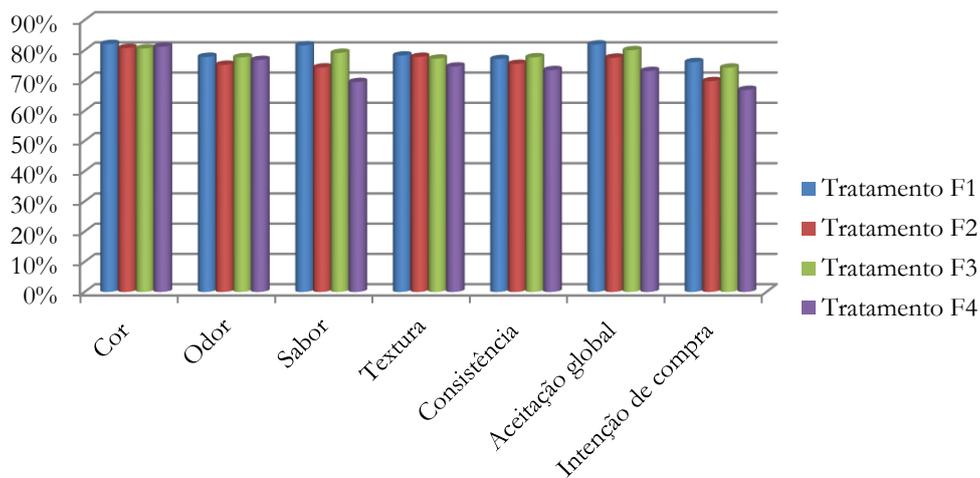
Médias em seguidas com letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente ($p < 0,5$), com base no teste Tukey.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Dentre as formulações elaboradas, o tratamento F1 destacou-se com as maiores médias obtidas nos atributos cor, odor, sabor, textura e intenção de compra, apenas no atributo consistência que a formulação F3 obteve a maior média.

Os resultados do índice de aceitabilidade dos sorvetes quanto aos atributos cor, odor, sabor, textura, consistência, aceitação global e intenção de compra estão dispostos na Figura 1.

Figura 1. Histograma do índice de aceitabilidade sensorial das formulações de sorvete.



Fonte: Elaborado pelo autor.

De modo geral, as formulações obtiveram variações entre cada atributo avaliado, apesar de a formulação F1 ter apresentado os maiores índices de aceitabilidade para quase todos os atributos, em relação às demais formulações. De acordo com Teixeira et al. (1987), para que um produto seja considerado aceito, em relação às propriedades sensoriais avaliadas, é necessário que, durante a pesquisa, se obtenha um índice de aceitabilidade mínimo de 70%.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que os sorvetes de leite de cabra saborizado com polpa de tamarindo, tiveram boa aceitação, independente das quantidades de açúcar e mel. Por meio das avaliações realizadas, a formulação F1 foi a que obteve maior índice de aceitabilidade e a que utilizou apenas o mel apresentou valores menores para alguns atributos avaliados, porém dentro do aceitável. Desta forma, os tratamentos que utilizaram açúcar obtiveram bons valores no índice de aceitabilidade, sendo assim os mais aceitos pelos provadores.

Sugere-se novas pesquisas nesse âmbito para contribuir no desenvolvimento de alimentos desta natureza.

REFERÊNCIAS

- ALVES, L. L.; RICHARDS, N. S. P. S.; BECKER, L. V.; ANDRADE, D. F.; MILANI, L. I. G.; REZER, A. P. S.; SCIPIONI, G. C. **Aceitação sensorial e caracterização de frozen yogurt de leite de cabra com adição de cultura probiótica e prebiótico.** *Ciência Rural*, Santa Maria- Rs. v.39, n.9, dez, 2009.
- CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos.** 2ª ed., Campinas, SP:Editora da Unicamp, 2003. 36, 37, 107 e 208p.
- COELHO, D. T.; ROCHA, J. A. A. **Práticas do processamento de produtos de origem animal.** Viçosa: UFV, 2005. 64p.
- FAO. **Statistical databases**, 2011. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org>>. Acesso em: 15 abril 2017.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pecuária municipal**, 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 05 maio 2017.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos.** 1. ed. Digital. São Paulo: IAL, 2008.
- MARTINS, E. C.; WANDER, A. E.; CHAPAVAL, L.; BOMFIM, M. A. D. **O mercado e as potencialidades do leite de cabra na cidade de Sobral: a visão do consumidor.** Congresso brasileiro de sistemas de produção, Fortaleza- CE. Agricultura familiar, políticas públicas e inclusão social: anais. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007.
- PAULA, C. M.; PAULA, J. A.; PEREIRA, J. O. P.; SANTOS, K. M. O. **Sorvete potencialmente probiótico de leite de cabras, sabor morango, adoçado com açúcar e mel de abelhas africanizadas.** Coletânea BITEC. Instituto CENTEC. 8ª edição 2010, 102p.
- PAZIANOTTI, L.; BOSCO, A.A.; CARDOSO, S.; COSTA, M.R.; SIVIERI, K. **Características microbiológicas e físico-químicas de sorvetes artesanais e industriais comercializados na região de arapongas-PR.** *Rev. Inst. Latic.* “Cândido Tostes”, Nov/Dez, nº 377, 65: 15-20, 2010.
- PIATI, J.; MALACARNE, L.T.; GALL, R.E. **Sorvete com leite de cabra adicionado de mucilagem de chia (*Salvia hispânica L.*) e farinha de semente de alfarroba (*Seratonía siliqua L.*).** Trabalho de conclusão de curso. Medianeira-PR. 2015.
- PINTO JÚNIOR, W. R. **Efeito do congelamento do leite de cabra obtido em diferentes estágios de lactação sobre a qualidade de queijo minas frescal.** Itapetinga: UESB, 2012. 17-19p. (Tese de Mestrado).
- PINTO, M. P. **Desenvolvimento de sorvete à base de polpa de Mandacaru e Xiquexique.** Trabalho de conclusão de curso. Teresina-PI. 2017.
- RIBEIRO, A. C., RIBEIRO, S. D. A. Specialty products made from goat milk. **Small Ruminant Research**, Arkansas, v. 89, n.2-3, p. 225–233, 2010.
- SILVA, A.O. **Elaboração de sorvete e iogurte de leite de cabra com frutos do semiárido.** Campina Grande: UFCG, 2013. 59p. (Tese de Mestrado).
- SILVEIRA, H. G. et al. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de sorvetes do tipo tapioca. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 40, n. 1, p. 60 - 65, 2009.

SOUZA, J. C. B.; COSTA, M. R.; DE RENSIS, C. M. V. B.; SIVIERI, K. **Sorvete: composição, processamento e viabilidade da adição de probiótico.** Revista Alimentos e Nutrição, v.21, n.1,p.155-165, Janeiro/Março 2010.

TEIXEIRA, E; MEINERT, E.; BARBETA, P. A. **Análise sensorial dos alimentos.** Florianópolis: ed da UFSC, 1987.



PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BISCOITOS TIPO COOKIES COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE TRIGO POR FARINHA DE CÁRTAMO (*Carthamus tinctorius L.*) E NÍGER (*Guizotia abyssinica (L. f.) Cass.*)

Monize Evelyn Gonçalves de Andrade

Universidade Federal da Grande Dourados

<http://lattes.cnpq.br/7703714434999180>

<https://orcid.org/0000-0003-2883-697X>

Karina Sayuri Ueda

Universidade Federal da Grande Dourados

<http://lattes.cnpq.br/1126700450012847>

<https://orcid.org/0000-0003-2110-3634>

Vitor Augusto dos Santos Garcia

Universidade Federal da Grande Dourados - Faculdade de Engenharia de Alimentos

<http://lattes.cnpq.br/1203584321869772>

<https://orcid.org/0000-0002-7011-616X>

Farayde Matta Fakhouri

Universidade Federal da Grande Dourados - Faculdade de Engenharia de Alimentos

<http://lattes.cnpq.br/5929693866996351>

<https://orcid.org/0000-0002-7031-3366>

Luiz Carlos Ferreira de Souza

Universidade Federal da Grande Dourados

<http://lattes.cnpq.br/5733457300125227>

<https://orcid.org/0000-0002-9216-5077>

Chaiane Regina Rech

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – Mato Grosso do Sul

<http://lattes.cnpq.br/4163259340335501>

<https://orcid.org/0000-0002-8631-0792>

Silvia Maria Martelli

Universidade Federal da Grande Dourados - Faculdade de Engenharia de Alimentos

<http://lattes.cnpq.br/2368005158362357>

<https://orcid.org/0000-0003-0890-8606>

e-mail: smmartelli@gmail.com

Informações sobre o

artigo:

Recebido em: 06/01/2021

Aceito em: 09/01/2021

Publicado em: 22/02/2021

Palavras-chave:

Alimentos funcionais

Cookies

Farinhas

Avaliação sensorial

RESUMO

Os alimentos funcionais têm obtido destaque nos últimos anos, pois além de fornecerem suporte nutricional e atenderem demandas fisiológicas, podem apresentar benefícios adicionais à saúde. Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho foi obter farinhas de cártamo e níger e utilizá-las para produção de biscoitos tipo cookies com substituição à farinha de trigo integral. Para elaboração dos biscoitos tipo cookies foram estabelecidos percentuais máximos de substituição de 50%, sendo: F1 (controle); F2 (cártamo 25%); F3 (cártamo 50%) F4 (cártamo 50% + chocolate); F5 (níger 25%); F6 (níger 50%); F7 (níger 50% + chocolate). Os cookies foram caracterizados em relação a composição proximal, atividade de água, peso, diâmetro e espessura, antes e após o forneamento e avaliação sensorial. Os resultados obtidos demonstraram que os cookies apresentaram maiores percentuais de carboidratos e proteínas. Após o forneamento houve um aumento dos parâmetros de peso, diâmetro e espessura e em geral, a formulação com substituição parcial de 25 % de cártamo

apresentou as maiores notas após a avaliação sensorial, sendo a formulação mais aceita pelos provadores.

PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF COOKIES WITH PARTIAL SUBSTITUTION OF SAFFLOWER (*Carthamus tinctorius* L.) AND NYGER (*Guizotia abyssinica* (L. f.) Cass.) FLOUR

ABSTRACT

Functional foods have gained prominence in recent years, because in addition to providing nutritional support and meeting physiological demands, they can have additional health benefits. Within this context, the objective of this work was to obtain safflower and nyger flours and use them to produce cookies with different percentages of substitution for whole wheat flour. For the preparation of cookies, maximum replacement percentages of 50% were established, being: F1 (control); F2 (safflower 25%); F3 (safflower 50%) F4 (safflower 50% + chocolate); F5 (nyger 25%); F6 (nyger 50%); F7 (nyger 50% + chocolate). Cookies were characterized in relation to proximal composition, water activity, weight, diameter and thickness, before and after baking and sensory evaluation. The results obtained showed that cookies had higher percentages of carbohydrates and proteins. After baking, there was an increase in weight, diameter and thickness parameters and in general, the formulation with partial substitution of safflower 25% had the highest scores after the sensory evaluation, being the formulation most accepted by the tasters.

Keywords:

Functional foods
Cookies
Flours
Sensory evaluation

1. INTRODUÇÃO

O estilo de vida da população faz com que os consumidores recorram a alimentos que apresentem praticidade, no entanto, as características nutricionais dos produtos, também tem despertado o interesse da população, principalmente devido a relação entre a má alimentação e o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). De acordo com Faludi et al. (2017) os alimentos ricos em fibras e ácidos graxos monoinsaturados quando consumidos regularmente fornecem fator protetor para as DCNT. Desta forma, a população, em geral, procura consumir alimentos saudáveis e com isso as indústrias têm desenvolvido alimentos com apelo funcional (Reis et al., 2019).

Como a demanda por alimentos com propriedades funcionais tem aumentado com o passar dos anos, as indústrias de alimentos tem desenvolvido diversos tipos de produtos, dentre eles podemos destacar os biscoitos, que são os produtos obtidos pela mistura de farinha, amido ou fécula com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não (Brasil, 2005). Dentre os vários tipos de biscoitos existentes, o tipo cookie apresenta um grande consumo e boa aceitação, uma vez que além de um apelo nutricional, dependendo dos tipos de ingredientes utilizados na formulação (Aquino et al., 2010) são considerados práticos para o consumo e produtos de padaria universalmente

consumidos com maior valor energético, baixo custo e vida útil prolongada (Tyagi et al., 2020).

Mareti et al. (2015) produziram biscoitos tipo cookies com adição de farinha de soja e farelo de aveia e reportaram que a utilização de farinhas com propriedades funcionais não causaram alterações significativas nos aspectos sensoriais. Os biscoitos tipo cookie têm como características, a presença de ingredientes que conferem um alto teor de fibras, fornecendo benefícios ao trato gastrointestinal, além de serem utilizados para agregar valor nutricional, por apresentarem facilidade de consumo e baixo custo. Os cookies são produzidos tendo a farinha de trigo, no entanto, a substituição deste ingrediente na elaboração destes produtos se faz necessária, tendo em vista, principalmente, as crescentes restrições econômicas e exigências comerciais, novas tendências de consumo, hábitos alimentares específicos e a necessidade de diversificação e/ou inovação destes produtos.

Portanto as culturas de cártamo (*Carthamus tinctorius L.*) e níger (*Guizotia abyssinica (L.f.) Cass*) possuem potencial para serem utilizadas na produção de alimentos enriquecidos, fornecendo propriedades funcionais, pois constituem alimentos ricos em ácidos graxos monoinsaturados (ômega 3 e ômega 6), e atualmente sua inclusão em alimentos é pouco difundida, sendo utilizados apenas para fins industriais e produção de biodiesel (Ataide et al., 2018; Baghel et al., 2017; Beak et al., 2020; Kavyashree et al., 2015; Orgah et al., 2020)

Dentro deste contexto, este trabalho teve como objetivo desenvolver biscoitos tipo cookie elaborados com farinhas de níger (*Guizotia abyssinica (L.f.) Cass*) e cártamo (*Carthamus tinctorius L.*) e caracterização em relação a composição proximal, atividade de água, peso, diâmetro e espessura, antes e após o forneamento e avaliação sensorial.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Materiais

Para a produção da farinha utilizou-se os grãos de cártamo e níger, doados pela Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados, o plantio foi realizado fazenda experimental de Dourados-MS (latitude 22°13'16" S, longitude de 54°48'2" W). Os ingredientes como, farinha integral, açúcar mascavo, aveia em flocos finos, ovos, mel, óleo de soja e fermento químico, foram obtidos no comércio local da cidade de Dourados - MS.

2.2 Produção das farinhas de cártamo e níger

Após a obtenção dos grãos, os mesmos foram secos em estufa com renovação e circulação de ar (Marconi MA 037, 2001), na temperatura de 60°C. O tempo de secagem para a obtenção da farinha de cártamo foi de 130 min e de níger 80 min, determinado por testes preliminares. Após o processo de secagem, os grãos foram triturados com auxílio de um liquidificador industrial (Spolu, 18000 rpm) e logo após foi realizada a separação granulométrica utilizando peneiras da série Tyler em um agitador de peneiras (Bertel). A farinha retida nas peneiras 14 e 20 foram utilizadas para a produção dos cookies. A farinha de cártamo apresentou um rendimento de aproximadamente 70%, enquanto a do níger 60%. A Figura 1 apresenta os grãos de cártamo e níger antes e após a separação granulométrica.

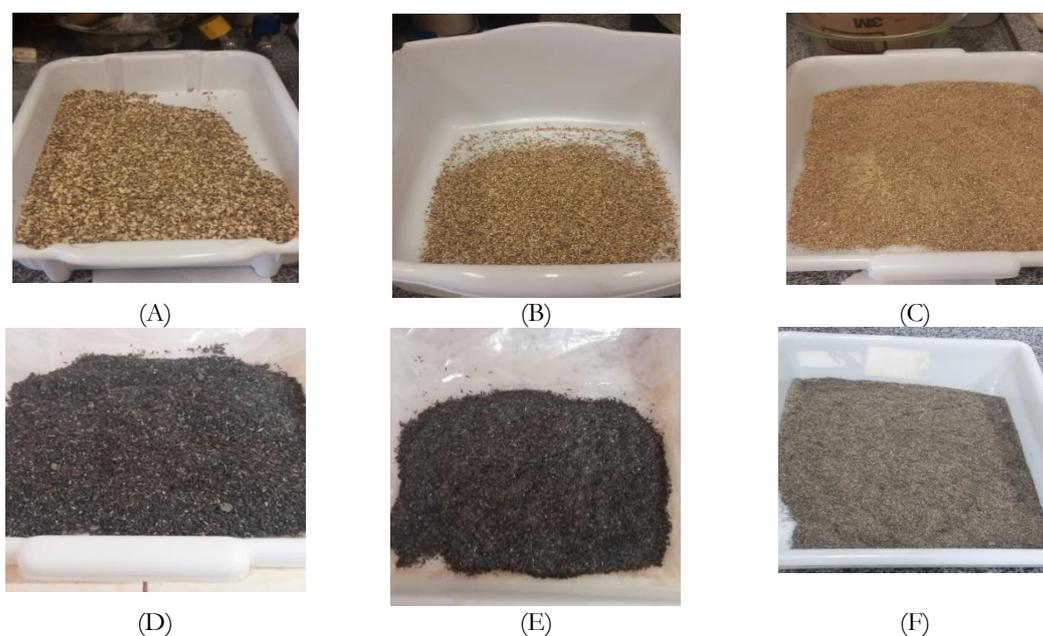


Figura 1. Grãos de cártamo e níger, obtidos antes e após o processo de trituração, sendo: (A) Grãos de cártamo, (B) Farinha de cártamo – Mesh 14, (C) Farinha de cártamo – Mesh 20, (D) Grãos de níger, (E) Farinha de níger – Mesh 14, (F) Farinha de níger – Mesh 20.

Fonte: Elaborado pelos autores.

2.3 Produção dos cookies

Os cookies foram produzidos de acordo com a Tabela 1, com valores padronizados para aveia em flocos finos, açúcar mascavo, mel, fermento em pó, óleo de soja e ovos. A proporção de farinha de cártamo e níger foi alterada em relação à farinha de trigo integral,

sendo: F1(controle); F2 (cártamo 25%); F3 (cártamo 50%) F4 (cártamo 50% + chocolate); F5 (níger 25%); F6 (níger 50%); F7 (níger 50% + chocolate).

Tabela 1. Formulações de biscoitos tipo cookies elaborados com farinha de cártamo e níger.

| Ingredientes (g) | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 | F7 |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Farinha integral | 100 | 75 | 50 | 50 | 75 | 50 | 50 |
| Farinha cártamo | - | 25 | 50 | 50 | | - | - |
| Farinha níger | - | - | - | - | 25 | 50 | 50 |
| Aveia em flocos finos | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Açúcar mascavo | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Mel | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Fermento em pó | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Óleo de soja | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Ovos | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Gotas de chocolate | - | - | - | 0,5 | - | - | 0,5 |

*As porcentagens de substituição foram baseadas na quantidade de farinha integral do cookie controle (F1).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os ingredientes para composição da massa dos cookies foram pesados individualmente em balança analítica (BEL Engineering, S6501). Para o preparo dos cookies, em um recipiente os ingredientes secos foram adicionados, em seguida o mel, o óleo de soja e os ovos foram adicionados e misturados manualmente. Após a padronização em relação ao formato dos cookies, foram acondicionados em assadeira previamente untada e logo após assados em forno industrial (Venancio, BR2BF) pré-aquecido à 180°C por 15 minutos.

2.4 Caracterização dos cookies

2.4.1 Composição proximal e atividade de água

A composição proximal dos cookies foi realizada de acordo com Instituto Adolfo Lutz (2008) em relação ao teor de umidade, utilizando estufa com circulação de ar à 105°C, cinzas, por incineração com auxílio da mufla à 550°C, fibras utilizando um digestor semi-industrial, teor de lipídeos, por Bligh-Dyer, proteínas, pelo método de Kjeldahl, utilizando o fator 6,25 e carboidratos por diferença. A atividade de água foi determinada utilizando Aqualab (CX-2 série 3 TE).

2.4.2 Avaliação tecnológica

A avaliação tecnológica dos cookies foi realizada com auxílio de um paquímetro, onde determinou-se o peso antes do forneamento (PAF), peso após o forneamento (PDF), diâmetro antes do forneamento (DAF), diâmetro depois do forneamento (DDF), espessura antes do forneamento (EAF) e espessura depois do forneamento (EDF) de acordo com AACC (2000).

2.4.3 Avaliação sensorial

A avaliação sensorial dos cookies com adição de farinha de cártamo e níger foi realizada de acordo com os princípios éticos da Universidade Federal da Grande Dourados e aprovada pelo comitê de ética CEP/CONEP (59004216.5.0000.5160). As amostras de cookies (~10 g) foram submetidas ao teste de aceitação logo após o processo de produção (temperatura ambiente) por 55 provadores não treinados (idade entre 17 e 50 anos), distribuídos de forma monódica e sequencial, separada por blocos.

Os cookies foram avaliados utilizando uma escala hedônica de 9 pontos (1 – desgostei muitíssimo e 9 – gostei muitíssimo) para os atributos aparência, aroma, sabor, cor, maciez e impressão global. Para avaliar os atributos como crocância, mastigabilidade e intenção de compra, utilizou-se uma escala hedônica estruturada de 5 pontos ancorada com as palavras (1) péssimo e (5) ótimo, para crocância e mastigabilidade e (1) não compraria este produto e (5) certamente compraria este produto, para intenção de compra.

2.5 Análise estatística

Os resultados foram analisados estatisticamente por meio de análise de variância e teste de Tukey ($p < 0,05$), por meio do software InfoStat /P version 1.1.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização dos cookies

A Figura 2 apresenta os cookies após o processo de produção, onde observou-se de forma geral, que as formulações com adição de farinha de cártamo e níger apresentaram características visuais distintas, quando comparadas ao controle (F1), principalmente após a substituição parcial da farinha de trigo por farinha de cártamo e níger (F3, F4, F6 e F7). No entanto, todos apresentaram características visuais esperadas para o produto, sendo que a cor observada visualmente para os cookies corrobora com o observado nas farinhas de cártamo e níger (Figura 1).

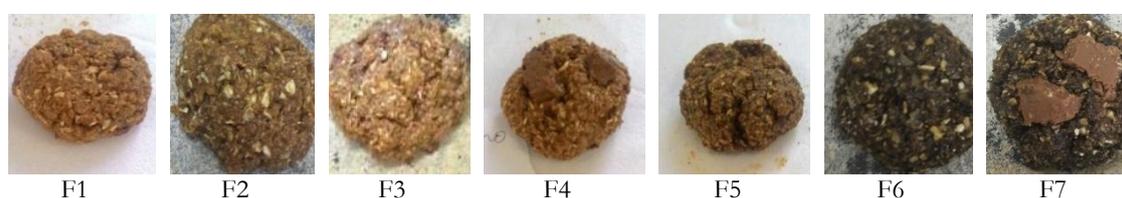


Figura 2. Cookies após o processo de produção, sendo: F1 (controle); F2 (cártamo 25%); F3 (cártamo 50%) F4 (cártamo 50% + chocolate); F5 (níger 25%); F6 (níger 50%); F7 (níger 50% + chocolate).

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.2 Composição proximal e atividade de água

A composição proximal dos cookies pode ser observada na Tabela 2, de modo geral todos os parâmetros avaliados diferiram significativamente em relação ao controle após a adição de diferentes concentrações de farinha de cártamo e níger, o que era esperado já que a composição da farinha é diferente da farinha de trigo, tradicionalmente utilizada para a produção de cookies.

As formulações com adição de farinha de cártamo (F2, F3 e F4) e níger (F5, F6 e F7) apresentaram uma redução significativa no teor de umidade, carboidratos e fibras, em comparação com o controle (F1), possivelmente a redução observada no conteúdo de umidade esteja relacionada ao aumento na concentração de lípidos (Tabela 2). No entanto, todas as formulações encontram-se em conformidade com as normas estabelecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2005), que estabelece percentual máximo de 14% de umidade para biscoitos e a baixa umidade pode conferir crocância ao produto, adicionalmente Cauvain e Young (2002) reportaram que a absorção de água em produtos panificados depende do conteúdo de fibras e de proteínas da massa.

Os cookies com adição de farinha de níger (F5 e F6) apresentaram concentração de proteínas de ~14%, diferindo significativamente em relação as outras formulações, possivelmente atribuído a maior concentração de proteínas da farinha utilizada. Apesar dessas diferenças, os carboidratos foram os principais componentes dos cookies avaliados, seguido de proteínas. Barreira et al. (2019) produziram cookies com farinha de amêndoas e também observaram que os carboidratos foram os principais componentes dos cookies desenvolvidos.

Tabela 2. Composição proximal dos cookies com e sem adição de farinha de cártamo e do níger, sendo: F1 (controle); F2 (cártamo 25%); F3 (cártamo 50%); F4 (cártamo 50% + chocolate); F5 (níger 25%); F6 (níger 50%); F7 (níger 50% + chocolate).

| Formulação | Umidade | Cinzas | Proteína | Lipídios | Carboidratos | Fibras |
|------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| F1 | 12,14 ^a ±0,07 | 1,70 ^c ±0,24 | 11,21 ^c ±0,41 | 7,80 ^d ±0,22 | 64,29 ^a ±0,42 | 3,05 ^a ±0,33 |
| F2 | 12,06 ^a ±0,03 | 2,20 ^b ±0,15 | 11,50 ^c ±0,38 | 10,98 ^{b,c} ±0,26 | 62,60 ^b ±0,41 | 0,76 ^c ±0,16 |
| F3 | 10,68 ^c ±0,03 | 3,35 ^a ±0,06 | 11,15 ^c ±0,23 | 10,45 ^c ±0,17 | 62,93 ^b ±0,70 | 1,08 ^c ±0,66 |
| F4 | 11,50 ^b ±0,39 | 1,68 ^c ±0,49 | 11,99 ^{b,c} ±0,75 | 12,55 ^a ±0,94 | 61,12 ^c ±0,90 | 1,05 ^c ±0,16 |
| F5 | 11,33 ^b ±0,31 | 2,94 ^{a,b} ±0,16 | 14,33 ^a ±0,25 | 10,30 ^c ±0,08 | 58,99 ^d ±0,50 | 2,10 ^b ±0,11 |
| F6 | 11,37 ^b ±0,29 | 3,82 ^a ±0,09 | 14,07 ^a ±0,05 | 11,50 ^b ±0,32 | 57,28 ^c ±0,64 | 2,15 ^b ±0,34 |
| F7 | 9,67 ^d ±0,27 | 2,55 ^b ±0,02 | 12,03 ^b ±0,71 | 12,34 ^a ±0,52 | 62,13 ^{b,c} ±1,38 | 0,63 ^c ±0,42 |

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Observou-se que as formulações F4 e F7 apresentaram o maior percentual de lipídios (12,55% e 12,34%, respectivamente), diferindo significativamente em relação as outras formulações, este aumento no percentual de lipídeos pode ser justificado devido a adição de gotas de chocolate utilizadas no processo de produção da formulação. De acordo com Mohamed et al. (2020) o chocolate comercial possui de 29 – 40 % de lipídeos, porém a sua concentração pode variar de acordo com a variedade utilizada.

Em relação a atividade de água, a adição de farinha de cártamo e níger nas formulações, reduziram a atividade de água (Figura 3), no entanto, todas as formulações apresentaram atividade de água $< 0,65$, indicando que os biscoitos tipo cookies não são susceptíveis a reações e alterações, que pode ser por presença de microrganismos, reações enzimáticas e não enzimáticas. De acordo com Gomes et al. (2011) quanto menor a atividade de água, maior o tempo de conservação de um alimento e Fennema (2000) reportou que valores de atividade de água acima de 0,80 favorecem o desenvolvimento de bolores e acima de 0,88 fornecem o desenvolvimento de leveduras.

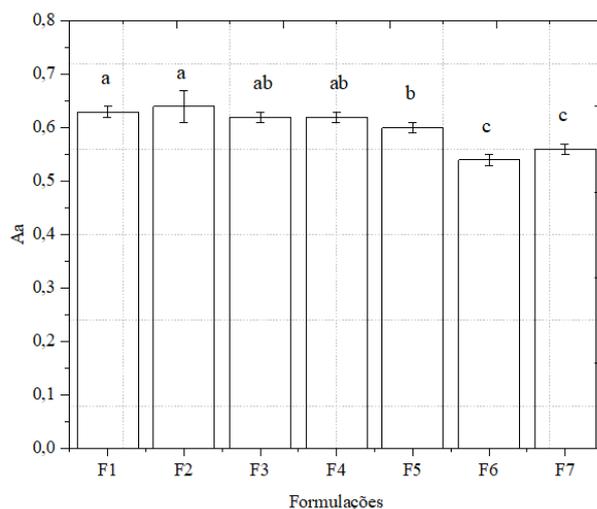


Figura 3. Atividade de água dos cookies com e sem adição de farinha de cártamo e do níger, sendo: F1(controle); F2 (cártamo 25%); F3 (cártamo 50%) F4 (cártamo 50% + chocolate); F5 (níger 25%); F6 (níger 50%); F7 (níger 50% + chocolate). Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.3 Avaliação tecnológica

A Tabela 3 apresenta os resultados de peso, diâmetro e espessura dos cookies antes e após o forneamento. Em comparação com o controle, todos os parâmetros avaliados (peso, diâmetro e espessura), diferiram significativamente, antes e após o forneamento, o que era esperado, devido ao alteração nas formulações, como a utilização de diferentes tipos de farinhas. No entanto, para a mesma formulação não se observou diferença significativa em relação ao peso antes e após o forneamento, indicando um eficiente controle de massa no processo de produção. O diâmetro e a espessura dos cookies aumentaram na maior concentração de farinha de cártamo (F2 e F3), diferindo significativamente entre si, o que pode ser justificado devido a granulometria da farinha adicionada nos cookies e a elasticidade da massa após a adição da farinha.

Tabela 3. Avaliação do peso, diâmetro e espessura cookies elaborados com farinha de cártamo e níger, sendo: F1 (controle); F2 (cártamo 25%); F3 (cártamo 50%) F4 (cártamo 50% + chocolate); F5 (níger 25%); F6 (níger 50%); F7 (níger 50% + chocolate).

| Formulação | PAF (g) | PDF (g) | DAF (mm) | DDF (mm) | EAF (mm) | EDF (mm) |
|------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| F1 | 16,90 ^{abA} ±0,85 | 15,43 ^{bA} ±0,87 | 38,23 ^{aB} ±0,66 | 50,78 ^{bA} ±2,05 | 24,09 ^{aA} ±0,14 | 19,28 ^{bB} ±0,73 |
| F2 | 17,46 ^{abA} ±1,95 | 15,86 ^{abA} ±2,04 | 28,62 ^{bB} ±6,38 | 45,30 ^{cA} ±2,12 | 19,37 ^{cB} ±0,69 | 23,09 ^{aA} ±1,34 |
| F3 | 16,33 ^b ±0,87 | 15,00 ^b ±0,51 | 41,20 ^{aB} ±1,64 | 61,51 ^{aA} ±2,77 | 12,18 ^{dB} ±1,07 | 13,04 ^{dA} ±0,48 |
| F4 | 16,63 ^{bA} ±0,87 | 15,23 ^{bA} ±0,46 | 41,26 ^{aB} ±1,79 | 60,05 ^{aA} ±0,64 | 12,58 ^{dB} ±0,98 | 15,99 ^{cA} ±0,77 |
| F5 | 17,46 ^{abA} ±0,53 | 16,43 ^{abA} ±0,69 | 37,43 ^{aB} ±1,19 | 40,67 ^{dA} ±0,94 | 12,35 ^{dB} ±0,29 | 24,70 ^{aA} ±1,06 |
| F6 | 17,83 ^{abA} ±1,90 | 16,36 ^{abA} ±0,70 | 20,33 ^{cB} ±1,68 | 40,77 ^{dA} ±2,53 | 12,60 ^{dB} ±0,22 | 23,62 ^{aA} ±0,65 |
| F7 | 19,53 ^{aA} ±0,65 | 17,86 ^{aA} ±0,54 | 41,23 ^{aB} ±1,37 | 48,09 ^{b,cA} ±0,73 | 21,78 ^{bB} ±0,70 | 22,69 ^{aA} ±1,59 |

Letras minúsculas na mesma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) para as diferentes formulações e letras maiúsculas na mesma linha, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) para a mesma formulação antes e após o assamento, para o mesmo parâmetro; PAF: peso antes do Forneamento; PDF: peso após o forneamento; DAF: diâmetro antes do forneamento; DDF: diâmetro depois do forneamento; EAF: espessura antes do forneamento; EDF: espessura depois do forneamento.

Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com Mancebo et al. (2018) uma redução significativa do fator de espalhamento pode ocorrer nos biscoitos devido a incorporação de fibras insolúveis, resultando em uma maior capacidade de absorção de água. Pareyt e Delcour (2008) reportaram que quanto maior o teor de óleo, maior a expansão dos cookies no forno, aumentando o fator de espalhamento. Olawoye et al. (202) relaram que o tempo de forneamento é um dos parâmetros de maior influência no diâmetro e espessura dos cookies.

O desenvolvimento de redes de glúten pode contribuir para o aumento da altura dos produtos de panificação, no entanto não foi observado este efeito nos cookies, o que pode ser justificado pela alteração da farinha utilizada no processo de produção. De acordo com Vieira et al. (2015) o glúten pode determinar a qualidade da farinha de trigo, conferindo às massas características como elasticidade e capacidade de absorver água. As gluteninas contribuem principalmente para as propriedades elásticas e de resistência do glúten, enquanto as gliadinas contribuem para a viscosidade e extensibilidade (Barak et al., 2015) e as características dos produtos de panificação são obtidas a partir do equilíbrio entre essas duas frações que atribuem propriedades viscoelásticas e capacidade de retenção de gás às massas.

3.4 Avaliação sensorial

Os resultados da avaliação sensorial dos cookies controle e com adição de farinha de cártamo e níger (Figura 4) apresentaram valores entre 6 e 7 para todos os atributos avaliados (aparência, aroma, sabor, cor, maciez e impressão global), indicando que os provadores gostaram levemente / moderadamente dos cookies desenvolvidos, com exceção da F4 (cártamo 50% + chocolate) que apresentou notas entre 4 e 5. De forma geral, a substituição da farinha de trigo por farinha de cártamo e níger não influenciaram nas propriedades sensoriais dos cookies. De acordo com Barreira et al. (2019) durante o desenvolvimento de novos produtos, as empresas de alimentos se preocupam em como os consumidores irão apreciar as características sensoriais e quais atributos sensoriais irão impulsionar sua aceitabilidade, visando projetar produtos alimentícios que atendam totalmente às expectativas dos consumidores.

Piovesana, Bueno e Klain (2013), ao avaliar a aceitabilidade de biscoitos enriquecidos com farinha de bagaço de uva e aveia, quanto aos atributos sabor, maciez e impressão global obtiveram médias entre 6 e 7, e não diferiram significativamente quanto aos atributos sensoriais crocância e impressão global apesar de cada formulação possuir características específicas, concluindo que substituições de 50% apresentavam aceitação e não interferiam significativamente nos atributos sensoriais.

O aumento da maciez observado para as formulações F2, F3, F5 e F6, pode estar relacionado ao aumento no percentual de lipídios dos cookies desenvolvidos (Tabela 1). De acordo com Laguna et al. (2014) a redução de gordura em uma formulação de biscoito resulta no aumento da dureza.

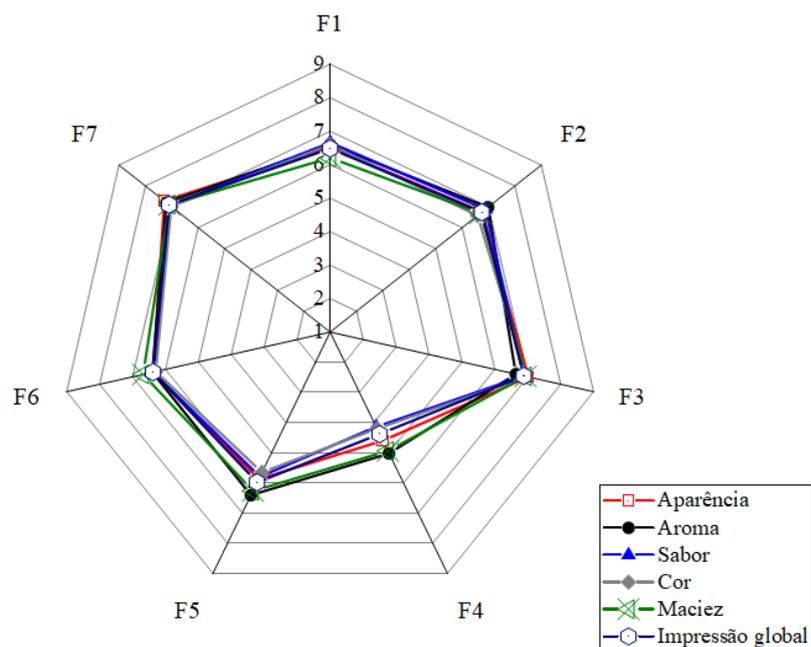


Figura 4. Avaliação sensorial dos cookies antes e após a adição da farinha de cártamo e níger, sendo: F1 (controle); F2 (cártamo 25%); F3 (cártamo 50%) F4 (cártamo 50% + chocolate); F5 (níger 25%); F6 (níger 50%); F7 (níger 50% + chocolate).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em relação aos parâmetros crocância, masticabilidade e intenção de compra (Figura 5), observou-se que as diferentes formulações apresentaram a mesma tendência e possivelmente a intenção de compra foi selecionada de acordo com a crocância e masticabilidade, parâmetros extremamente importantes para seleção de um cookie por parte dos consumidores, o que indica que a alteração do tipo de farinha não influenciou de forma significativa nesta seleção. Observou-se um aumento da crocância após a adição da farinha de cártamo e níger (Figura 3). Duta et al. (2015) também observaram um aumento da crocância com a incorporação de 50% de farelo de aveia, pois os biscoitos tornaram-se mais difíceis de mastigar devido às partículas de farelo que são detectáveis na estrutura granular dos biscoitos.

Em geral, a análise sensorial destacou a formulação F2 como a melhor formulação, indicando uma similaridade nas notas entre os parâmetros avaliados (Figura 2 e Figura 3), possivelmente isto seja atribuído a alteração no sabor devido a adição da farinha de cártamo (25%).

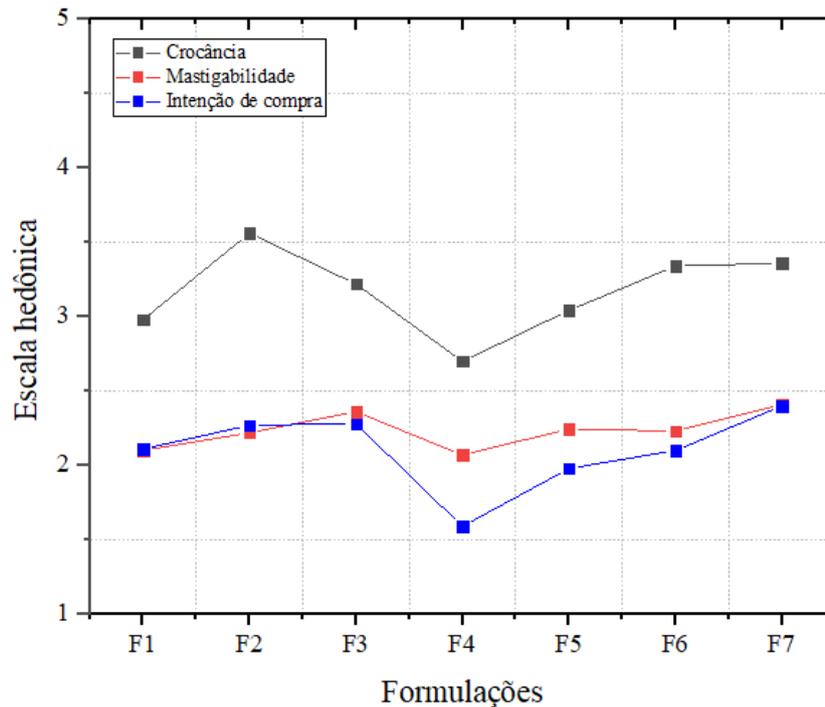


Figura 5. Avaliação sensorial dos cookies antes e após a adição da farinha de cártamo e níger, sendo: F1 (controle); F2 (cártamo 25%); F3 (cártamo 50%) F4 (cártamo 50% + chocolate); F5 (níger 25%); F6 (níger 50%); F7 (níger 50% + chocolate).

Fonte: Elaborado pelos autores.

4. CONCLUSÃO

Neste estudo, avaliou-se a substituição parcial da farinha de trigo, por farinha de cártamo e níger na produção de biscoitos tipo cookies. A partir dos resultados obtidos observou-se que os cookies podem ser considerados fontes de carboidratos e proteínas, e apresentaram umidade dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação. Em relação aos parâmetros peso, diâmetro e espessura, observou-se um aumento dos valores após o forneamento. Em geral, a formulação F2, com substituição parcial de 25 % de cártamo apresentou as maiores notas após a avaliação sensorial.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS – AACC. **Approved methods**. 10 ed. Saint Paul, 2000. (2 v.)
- AQUINO, A. C. M. D. S., MÓES, R. S., LEÃO, K. M. M., FIGUEIREDO, A. V. D., & CASTRO, A. A. (2010). Avaliação físico-química e aceitação sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com farinha de resíduos de acerola. **Revista do Instituto Adolfo Lutz** (Impresso), 69(3), 379-386.
- ATAIDE, E. C., PERALES, S. R., DE OLIVEIRA PERES, M. A., DA COSTA, L. B. E., QUARELLA, F., VALERINI, F. G., ... & BOIN, I. D. F. S. F. (2018, March). Acute liver failure induced by *Carthamus tinctorius* oil: Case reports and literature review. In **Transplantation proceedings** (Vol. 50, No. 2, pp. 476-477). Elsevier.
- BAGHEL, S., & BANSAL, Y. K. (2017). In vitro regeneration of *Guizotia abyssinica* Cass. and evaluation of genetic fidelity through RAPD markers. **South African Journal of Botany**, 109, 294-307.
- BARAK, S., MUDGIL, D., & KHATKAR, B. S. (2015). Biochemical and functional properties of wheat gliadins: a review. **Critical reviews in food science and nutrition**, 55(3), 357-368.
- BARREIRA, J. C., NUNES, M. A., DA SILVA, B. V., PIMENTEL, F. B., COSTA, A. S., ALVAREZ-ORTÍ, M., ... & OLIVEIRA, M. B. P. (2019). Almond cold-pressed oil by-product as ingredient for cookies with potential health benefits: Chemical and sensory evaluation. **Food Science and Human Wellness**, 8(3), 292-298.
- BAEK, S. C., LEE, B. S., YI, S. A., LEE, J., & KIM, K. H. (2020). *Carthamus*ochuric acid, an enolic glucoside of phenylpyruvic acid from the florets of *Carthamus tinctorius* and anti-adipogenic phenolic compounds. **Tetrahedron Letters**, 61(34), 152237.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 263, de 22 de setembro de 2005**. Aprova o Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 de setembro de 2005.
- CAUVAIN S. P.; YOUNG L. **Fabricación de pan**. Zagoza: Acribia, 2002.
- DUTA, D. E., & CULETU, A. (2015). Evaluation of rheological, physicochemical, thermal, mechanical and sensory properties of oat-based gluten free cookies. **Journal of Food Engineering**, 162, 1-8.
- FALUDI, A. A., IZAR, M. C. D. O., SARAIVA, J. F. K., CHACRA, A. P. M., BIANCO, H. T., AFIUNE NETO, A., ... & CHAGAS, A. C. P. (2017). Atualização da diretriz brasileira de dislipidemias e prevenção da aterosclerose–2017. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, 109(2), 1-76.
- FENNEMA, O., DAMODARAN, S. P., & KL, Q. D. A. (2010). **Química de alimentos de Fennema**. Artmed. Porto Alegre, 156.
- GOMES, J. C.; OLIVEIRA, G. F. **Análises físico-químicas de alimentos**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008) – **Métodos físicos - químico para análises de alimentos**, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p. 1020.
- KAVYASHREE, D., KUMARI, R. A., NAGABHUSHANA, H., SHARMA, S. C., VIDYA, Y. S., ANANTHARAJU, K. S., ... & RAJANAİK, H. (2015). Orange red emitting Eu³⁺ doped zinc oxide

nanophosphor material prepared using *Guizotia abyssinica* seed extract: Structural and photoluminescence studies. **Journal of Luminescence**, 167, 91-100.

LAGUNA, L., PRIMO-MARTÍN, C., VARELA, P., SALVADOR, A., & SANZ, T. (2014). HPMC and inulin as fat replacers in biscuits: Sensory and instrumental evaluation. **LWT-Food science and technology**, 56(2), 494-501.

MANCIBO, C. M., RODRÍGUEZ, P., MARTÍNEZ, M. M., & GÓMEZ, M. (2018). Effect of the addition of soluble (nutriose, inulin and polydextrose) and insoluble (bamboo, potato and pea) fibres on the quality of sugar-snap cookies. **International Journal of Food Science & Technology**, 53(1), 129-136.

MARETI, M. C., GROSSMANN, M. V. E., & BENASSI, M. D. T. (2010). Características físicas e sensoriais de biscoitos com farinha de soja e farelo de aveia. **Food Science and Technology**, 30(4), 878-883.

MOHAMAD, N. J., GRAY, D., & WOLF, B. (2020). Spinach leaf and chloroplast lipid: A natural rheology modifier for chocolate? **Food Research International**, 109193.

OLAWOYE, B., GBADAMOSI, S. O., OTEMUYIWA, I. O., & AKANBI, C. T. (2020). Gluten-free cookies with low glycemic index and glycemic load: optimization of the process variables via response surface methodology and artificial neural network. **Heliyon**, 6(10), e05117.

ORGAH, J. O., HE, S., WANG, Y., JIANG, M., WANG, Y., ORGAH, E. A., ... & ZHU, Y. (2020). Pharmacological potential of the combination of *Salvia miltiorrhiza* (Danshen) and *Carthamus tinctorius* (Honghua) for diabetes mellitus and its cardiovascular complications. **Pharmacological Research**, 153, 104654.

PAREYT, B., & DELCOUR, J. A. (2008). The role of wheat flour constituents, sugar, and fat in low moisture cereal based products: a review on sugar-snap cookies. **Critical reviews in food science and nutrition**, 48(9), 824-839.

PIOVESANA, A., BUENO, M. M., & KLAJN, V. M. (2013). Elaboração e aceitabilidade de biscoitos enriquecidos com aveia e farinha de bagaço de uva. **Brazilian Journal of Food Technology**, 16(1), 68-72.

REIS, A. F., & SCHMIELE, M. (2019). Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na indústria de alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, 22.

TYAGI, P., & CHAUHAN, A. K. (2020). Optimization and characterization of functional cookies with addition of *Tinospora cordifolia* as a source of bioactive phenolic antioxidants. **LWT**, 109639.

VIEIRA, T. D. S., FREITAS, F. V., SILVA, L. A. A., BARBOSA, W. M., & SILVA, E. M. M. D. (2015). Efeito da substituição da farinha de trigo no desenvolvimento de biscoitos sem glúten. **Brazilian Journal of Food Technology**, 18(4), 285-292.



APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO EDÍVEL: UMA SOLUÇÃO PARA CONSERVAÇÃO DE PEIXES

Alexsandra Iarlen Cabral Cruz

Instituto Federal do Maranhão, São Luís – Maranhão

<http://lattes.cnpq.br/6062138493454023>

Milena da Cruz Costa

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas – Bahia

<http://lattes.cnpq.br/4603196569078013>

Norma Suely Evangelista-Barreto

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas – Bahia

<http://lattes.cnpq.br/9100362269372451>

Informações sobre o artigo:

Recebido em: 09/01/2021

Aceito em: 13/02/2021

Publicado em: 22/02/2021

Palavras-chave:

Pescado

Conservantes

Substâncias bioativas

RESUMO

Os peixes são alimentos saudáveis devido à presença de vitaminas, minerais e baixo teor de colesterol em sua composição. No entanto, essa riqueza de nutrientes se torna um excelente substrato para o desenvolvimento de microrganismos que podem causar o surgimento de processos oxidativos e consequentemente mudanças nas características sensoriais dos alimentos. Como alternativa para minimizar esses efeitos são utilizadas técnicas de refrigeração e congelamento, porém, essas técnicas não reduzem de maneira eficaz o crescimento microbiano. Nesse contexto, pesquisas usando revestimentos comestíveis adicionados de substâncias naturais estão sendo desenvolvidas com o objetivo de reduzir os processos de deterioração microbiológica e oxidativa em alimentos. Dentre as categorias de substâncias naturais, a própolis apresenta alto potencial devido a sua composição química rica em compostos bioativos.

EDIBLE COATING APPLICATION: A SOLUTION FOR FISH CONSERVATION

ABSTRACT

Fish are healthy foods due to the presence of vitamins, minerals and low cholesterol in their composition. However, this richness of nutrients becomes an excellent substrate for the development of microorganisms and this accelerated growth can cause the appearance of oxidative processes and consequently changes in the sensory characteristics of food. As an alternative to minimize these effects, refrigeration and freezing techniques are used, but these techniques do not effectively reduce microbial growth. In this context, research on edible coatings using natural substances is being developed with the objective of reducing the processes of microbiological and oxidative deterioration in food. Among the categories of natural substances, propolis has high potential due to its chemical composition rich in bioactive compounds.

Keywords:

Fish

Preservatives

Bioactive substance

1. INTRODUÇÃO

O peixe é um alimento que possui elevada atividade de água, alto teor de nutrientes e pH próximo da neutralidade. Por isso, é um alimento facilmente deteriorável, muito suscetível à autólise enzimática e bacteriana (SILVA et al., 2017). Além desses fatores, o desenvolvimento microbiano em peixes pode ser relacionado a fatores extrínsecos, como a falta de higiene pessoal dos manipuladores, exposição dos produtos sem refrigeração e manuseio do pescado com equipamentos e utensílios contaminados (MOURA et al., 2018).

Visando a manutenção da qualidade do produto alimentício, os revestimentos edíveis vêm sendo desenvolvidos (DEHGHANI; HOSSEINI; REGENSTEIN, 2018). Os revestimentos edíveis são definidos como camadas finas de material comestível de coloração transparente que são aplicados à superfície dos alimentos para atuar como barreira mecânica e controlar as trocas gasosas, além de reduzir as perdas nutritivas e de umidade (COSTA et al., 2017).

Os revestimentos edíveis podem ser desenvolvidos com biopolímeros, como polissacarídeos, proteínas e lipídios. Entre os polissacarídeos, o alginato tem se destacado devido as suas propriedades funcionais, como espessante, estabilizante e produtor de gel, o que possibilita a formação de filmes mais fortes (TAVASSOLI-KAFRANI; SHEKARCHIZADEH; MASOUDPOUR-BEHABADI, 2016). Também podem ser adicionados aos revestimentos, agentes antimicrobianos e antioxidantes naturais, como a própolis, com a finalidade de prolongar a vida útil dos produtos alimentícios (POBIEGA; KRASNIEWSKA; GNIEWOSZ, 2019).

A própolis é uma substância resinosa produzida pelas abelhas *Apis Mellifera* que coletam exsudatos de plantas e misturam com cera e secreções salivares (SEIBERT et al., 2019). A própolis vem ganhando destaque no que se refere a aplicação em alimentos por sua ação na inibição do desenvolvimento microbiano e do processo de oxidação lipídica (POBIEGA; KRASNIEWSKA; GNIEWOSZ, 2019). Nesse sentido, a presente pesquisa teve por objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre a aplicação de revestimentos em peixes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

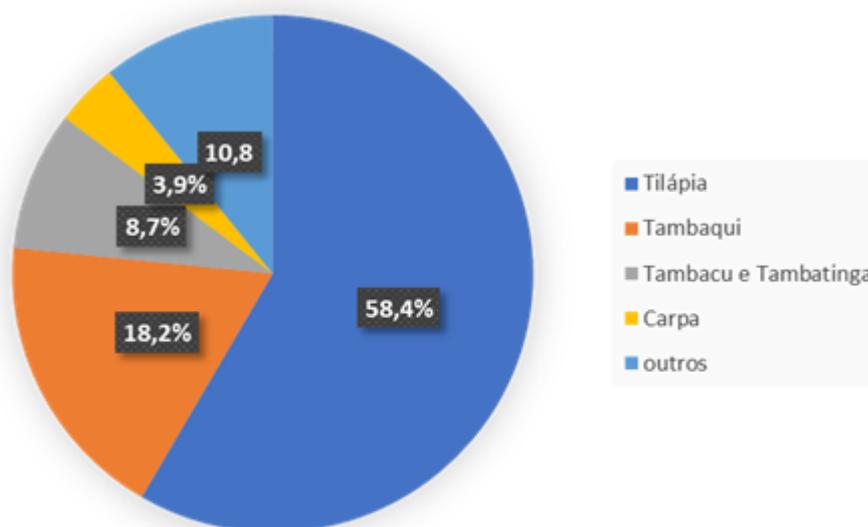
2.1 PRODUÇÃO E CONSUMO DE PESCADO NO BRASIL

No Brasil há um grande potencial para a produção pesqueira em decorrência da disponibilidade de água, clima favorável e a variedade de espécies. O setor de aquicultura vem se destacando por ser uma das principais fontes de proteína de origem animal. Esse setor cresceu em decorrência do aumento da população e da procura constante por alimentos mais saudáveis (BRABO et al., 2016).

O peixe é um alimento rico em proteínas de alto valor biológico, ácidos graxos insaturados e vitaminas, que tem sido considerado uma opção de alimento mais saudável pois diminui os riscos de doenças cardíacas por apresentar baixo teor de colesterol quando comparado as demais carnes de origem animal (MORALES; HIGUCHI, 2018).

A produção de peixes de água doce, principal categoria dentro da aquicultura brasileira, corresponde a 84% da produção desse setor no país. Entre as espécies cultivadas, o tambaqui (*Colossoma macropomum*) responde por 18,2% da produção nacional (Figura 1) (IBGE, 2017).

Figura 1. Produção da aquicultura brasileira em 2017 por espécie, em percentual do total produzido.



Fonte: IBGE, 2017.

2.2 DETERIORAÇÃO DO PESCADO

A deterioração do pescado está relacionada a fatores inerentes ao próprio peixe, como pH próximo a neutralidade, elevada atividade de água nos tecidos e alto teor de nutrientes. Esses fatores favorecem a ação de enzimas autolíticas, processo de oxidação lipídica e atividade bacteriana (SOUSA et al., 2018).

O processo de deterioração enzimática e bacteriana em peixes frescos pode acontecer pela ação de enzimas proteolíticas inerentes do peixe, pela atuação de enzimas de origem bacteriana ou ambas (ARAÚJO; SOARES; GÓIS, 2010).

A população bacteriana presente no peixe varia de acordo com as condições de armazenamento do alimento, da dieta fornecida, da concentração de poluentes na água e das condições climáticas de cultivo do animal. Esses fatores influenciam diretamente na microbiota das superfícies externas e internas do peixe, como o muco, a pele, as guelras e o trato digestório (BENHAMED et al., 2014).

O pescado foi responsável por 2,1% dos surtos de doenças veiculadas por alimentos (DVA) no Brasil entre o período de 2009 a 2018 (BRASIL, 2019). Os surtos de DVA podem ocorrer a partir do consumo de pescado contaminado por microrganismos, como *Vibrio* spp., *Listeria monocytogenes*, *Yersinia* spp., *Clostridium botulinum* e diversos sorovares de *Salmonella* (NOVOSLAVSKIJ et al., 2015).

Os peixes podem ser facilmente contaminados e sofrer processo de deterioração. Entre os microrganismos responsáveis por muitas das alterações estão aqueles que se desenvolvem em baixas temperaturas, como os psicrotróficos (WEI et al., 2019). O grupo de microrganismos psicrotróficos possui relação direta com a manipulação e armazenamento inadequado, sendo encontrados com certa frequência em peixes deteriorados (ALCANTARA; MORAIS; SOUZA, 2012).

2.3 OXIDAÇÃO LIPÍDICA

A oxidação lipídica é uma das principais causas de redução da qualidade dos alimentos. Os produtos da oxidação lipídica afetam as propriedades sensoriais dos alimentos e seu controle é considerado um desafio para a indústria alimentícia (SHAHIDI; ABAD, 2019). Os lipídios são encontrados nos alimentos, principalmente, na forma de triacilgliceróis, mas também podem ser encontrados como os fosfolipídios (PL), que são importantes lipídios estruturais em alimentos e membranas celulares (JACOBSEN, 2019).

Nos peixes, os fosfolípidios constituem a maior parte dos lipídeos e são mais suscetíveis ao processo de oxidação porque possuem maior grau de insaturações (RUFF et al., 2004; JACOBSEN, 2019). O processo de oxidação lipídica pode ocorrer por meio da reação entre radicais livre de lipídios com o oxigênio (auto-oxidação) (HAMAN et al., 2017). Nesse processo ocorre a formação de compostos hidroperóxidos e sua subsequente quebra provoca o surgimento de produtos de oxidação lipídica, como álcoois, cetonas, aldeídos e entre outros. Esses produtos podem causar alterações indesejáveis em alimentos, produzindo odor e sabor desagradáveis, resultando na diminuição do tempo de vida útil (BERTOLIN et al., 2011; SHAHIDI; ABAD, 2019). Além disso, a oxidação pode resultar na geração de compostos tóxicos que têm sido associados a doenças cardiovasculares, bem como câncer, aterosclerose, envelhecimento (VANDEMOORTELE; MEULENAER, 2019).

2.4 REVESTIMENTOS EDÍVEIS EM ALIMENTOS

Revestimentos edíveis são definidos como embalagens primárias de alimentos, compostas de substâncias que funcionam como bloqueadores de oxigênio, umidade e movimento de solutos para os alimentos. Nos últimos anos, o interesse em revestimentos edíveis tem crescido devido à demanda dos consumidores por alimentos seguros, saudáveis e estáveis (DEHGHANI; HOSSEINI; REGENSTEIN, 2018).

Os revestimentos são formados diretamente na superfície dos alimentos, sendo aplicados por pulverização, imersão e, mais recentemente, por meio de eletropulverização, que produz um revestimento fino e uniforme (HASSAN et al., 2018). Os revestimentos edíveis podem ser resistentes à água, melhorar a aparência, manter a integridade estrutural do produto, transportar agentes ativos (antioxidantes, vitaminas etc.), reduzir a permeabilidade ao vapor de água e reter compostos de sabor voláteis (DHALL, 2013).

Durante a fabricação dos revestimentos, as substâncias utilizadas para a formação da película são dissolvidas em água, álcool ou combinação de ambos (HASSAN et al., 2018). Os revestimentos edíveis podem ser estruturados com diversos materiais, como, proteínas, polissacarídeos e lipídeos, além da adição de agentes plastificantes que são usados com a finalidade de aumentar a flexibilidade e a elasticidade de materiais de base biológica (GALUS; KADZINSKA, 2015).

As fontes de proteínas utilizadas para desenvolver os revestimentos podem ser obtidas de tecidos animais, como, por exemplo, caseína, proteína de soro de leite, colágeno,

gelatina, queratina, além de materiais de origem vegetal, como, glúten de trigo, proteína de soja, proteína de amendoim, entre outros (ANANEY-OBIRI et al., 2018).

No mercado também existem revestimentos a base de lipídios, que são utilizados para limitar a saída de umidade dos alimentos, uma vez que, substâncias hidrofóbicas são barreiras eficientes contra a migração de umidade. Entre os lipídios que têm sido utilizados, estão os monoglicerídeos, acetilados, ceras naturais e surfactantes (DEHGHANI; HOSSEINI; REGENSTEIN, 2018; ZHAO, 2019).

Outros materiais utilizados para fabricar os revestimentos, são os polissacarídeos, materiais amplamente disponíveis na natureza, incluindo, o alginato, quitosana, amido, celulose, pectina e derivados. A maioria desses materiais são incolores, têm aparência livre de oleosidade e um teor calórico mais baixo e podem ser aplicados para prolongar a vida útil de moluscos ou produtos cárneos, frutas e legumes, reduzindo significativamente a desidratação, escurecimento da superfície e a rancidez oxidativa (HASSAN et al., 2018).

No processo de produção do revestimento edível, além dos materiais utilizados para estruturar a película, tem-se a incorporação de agentes plastificantes, como os polióis (glicerol, sorbitol e polietilenoglicol) (CAZÓN et al., 2017).

Os plastificantes reduzem a coesão dentro da rede do filme, enfraquecendo as forças intermoleculares entre as cadeias poliméricas adjacentes, isto é, sem adição do plastificante, os filmes se tornam frágeis, geralmente devido a interações entre as cadeias poliméricas. Dessa forma, os plastificantes são essenciais, pois modificam ou melhoram as propriedades mecânicas, reduzem a tensão de deformação, dureza, densidade, viscosidade e aumentam a flexibilidade da cadeia polimérica, bem como a resistência à fratura (GANIARI; CHOULITOU DI; OREOPOULOU, 2017).

2.5 ANTIOXIDANTES NATURAIS

Devido a atividade dos antioxidantes naturais, eles podem ser classificados como antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos (NEHA et al., 2019). Os antioxidantes enzimáticos decompõem e removem os radicais livres, isto é, as enzimas antioxidantes, podem, por exemplo, converter produtos oxidativos perigosos em peróxido de hidrogênio e depois em água. Os antioxidantes não enzimáticos funcionam interrompendo as reações em cadeia dos radicais livres. Entre os antioxidantes não enzimáticos naturais, estão a vitamina C, a vitamina E, o polifenol vegetal, os carotenóides e a glutathione (NIMSE; PAL, 2015).

O reino vegetal é a fonte mais abundante de antioxidantes naturais e estão presentes em especiarias (sementes), ervas e óleos essenciais, e extratos, podendo ser usados em produtos de carne tanto para fins sensoriais, como para a conservação. A atividade antioxidante desses vegetais é atribuída a vários compostos fenólicos, que diferem em quantidade e tipo, a depender da origem (JIANG; XIONG, 2016).

Os compostos fenólicos são muito requeridos na dieta humana e de outros animais. Eles inibem a oxidação lipídica interrompendo reações em cadeia de radicais livres e pela doação de hidrogênio e elétrons. Os compostos fenólicos vegetais podem ser classificados em ácidos fenólicos (por exemplo, ácido gálico e ácido cafeico), derivados do ácido hidroxicinâmico e flavonoides (por exemplo, catequina, quercetina, kaempferol e naringenina) (BREWER, 2011; CHEN; XU, 2019).

2.6 ANTIMICROBIANOS NATURAIS

Os compostos antimicrobianos naturais estão sendo amplamente utilizados como conservantes de alimentos para melhorar a segurança microbiológica e aumentar a vida útil de produtos alimentícios. O uso de compostos naturais vem atraindo o interesse de pesquisadores e da indústria por sua ação frente a microrganismos deteriorantes e patogênicos (MARESCA et al., 2016).

Antimicrobianos naturais podem ser provenientes de fontes animais, vegetais e microbianas. Os antimicrobianos derivados de animais, como, quitosana, conalbumina, lactoferrina, lisozima, lactoperoxidase, lactoferricina, entre outros, possuem natureza polimérica, com exceção da quitosana. Esses antimicrobianos exibem ação inibitória por meio de múltiplos mecanismos, incluindo a eletrostática, desestabilização dos componentes da membrana externa das bactérias, hidrólise de peptidoglicano, sequestro de nutrientes microbianos essenciais e formação enzimática de substâncias antimicrobianas a partir de substratos naturais (DAVIDSON; CRITZER; TAYLOR, 2013).

As bacteriocinas compõem o grupo de compostos naturais de origem microbiana que possuem ação inibitória frente a bactérias, são peptídeos antimicrobianos sintetizados ribossomicamente ou proteínas complexas secretadas por várias bactérias Gram-positivas e Gram-negativas. Esses antimicrobianos possuem estabilidade ao calor e são atóxicos (AHMAD et al., 2017).

Os antimicrobianos de origem vegetal, provenientes de plantas, contém uma variedade de compostos, encontrados nos óleos essenciais de folhas, sementes, flores e

bulbos. Entre esses compostos estão os alcaloides, taninos, terpenóides, saponinas e compostos fenólicos, a natureza dessas substâncias permite que a planta resista a fitopatógenos e insetos, além de inibir ou inativar bactérias (DAVIDSON; CRITZER; TAYLOR, 2013).

Nos últimos anos, a demanda pelo uso de antimicrobianos naturais tem crescido e estudos têm investigado os efeitos antioxidantes e antimicrobianos da sua aplicação em alimentos, incluindo sucos de frutas, vegetais, ovos, carnes e peixes (THAMNOPOULOS et al., 2018).

Wu et al. (2018), avaliaram o efeito de preservação do revestimento com polissacarídeo (quitosana), junto com uma proteína (lisozima) sobre a qualidade dos filés de corvina amarela (*Larimichthys crocea*) por meio de análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais durante o armazenamento refrigerado e verificaram alta eficiência do revestimento na inibição do crescimento de microrganismos, na oxidação lipídica e na manutenção da qualidade sensorial dos peixes refrigerados.

Cai et al. (2015) verificaram que o revestimento composto de ϵ -polilisina e alginato teve efeitos benéficos sobre a qualidade físico-química e sensorial de robalo japonês (*Lateolabrax japonicus*) mantidos sobre refrigeração. Com isso, os pesquisadores concluíram que o revestimento com ϵ -polilisina/alginato poderia ser uma alternativa promissora para melhorar as qualidades de conservação dos peixes e produtos de pesca durante um armazenamento prolongado.

2.7 PRÓPOLIS

A palavra própolis é derivada do grego “pro” que significa “em defesa de” e polis, que significa “cidade”. A própolis é uma substância resinosa coletada por abelhas da espécie *Apis mellifera* de diversas partes das plantas como brotos e botões florais que é misturada com enzimas salivares, ceras e outros compostos resultantes do metabolismo das abelhas (BURDOCK, 1998; SFORCIN, 2016). Esta substância é utilizada pela *A. mellifera* como barreira física para proteger a colmeia de invasores (FERREIRA; NEGRI, 2018).

No Brasil, pode ser encontrada uma variedade de própolis, entre elas, a própolis verde, vermelha e marrom (SILVA-CARVALHO; BALTAZAR; ALMEIDA-AGUIAR, 2015). Este fato está relacionado à diversidade vegetal em torno das colmeias, a região geográfica de sua produção e ao período de coleta (OLEGÁRIO et al., 2019).

O crescente interesse em produtos naturais pela indústria alimentícia levou ao uso da própolis em diferentes produtos para o consumo humano, como bebidas e alimentos (FREITAS et al., 2019). A adição do extrato de própolis em produtos alimentícios tem garantido a estabilidade microbiana e qualidade dos alimentos durante o armazenamento (POBIEGA; KRASNIEWSKA; GNIEWOSZ, 2019).

Na pesquisa de Viera et al. (2016) foi adicionado extrato de própolis em linguiça toscana armazenada sob refrigeração a 4 °C por 56 dias, resultando em um aumento da vida útil do produto com contagens microbiológicas abaixo dos limites estabelecidos pela legislação brasileira.

Payandan et al. (2017) avaliaram os efeitos de diferentes concentrações de extratos etanólicos da própolis iraniana nos parâmetros microbiológicos e sensoriais da carne de *Cyprinus carpio* picada e armazenada a 4°C por 9 dias e verificaram que o revestimento com o extrato da própolis foi eficiente na redução das bactérias psicotróficas e *S. aureus*.

Ebadi et al. (2019), também observaram em um estudo que os filés de *Nemipterus japonicus* revestidos com quitosana e extrato de própolis obtiveram um aumento de vida útil. Esses pesquisadores verificaram uma redução na extensão da oxidação lipídica, melhoria nos valores de pH e bases voláteis, além de redução nas contagens bacterianas.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de revestimentos comestíveis utilizando compostos bioativos é uma forma de conservação dos alimentos, incluído aqueles que são mais perecíveis, como os peixes, pois consegue manter de maneira eficaz a vida útil do produto por um período maior.

REFERÊNCIAS

AHMAD, V.; KHAN, M. S.; JAMAL, Q. M. S.; ALZOHAIY, M. A.; KARAAWI, M. A. Al; SIDDIQU, M. U. Antimicrobial potential of bacteriocins: in therapy, agriculture and food preservation. **International Journal of Antimicrobial Agents**, v. 49, n. 1, p. 1-11, 2017.

ALCANTARA, M.; MORAIS, I. C. L.; SOUZA, C. M. O. C. C. Principais Microorganismos envolvidos na deterioração das características sensoriais de derivados cárneos. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 6, n. 1, p.1-20, 2012.

ANANEY-OBIRI, D.; MATTHEWS, L.; AZAHRANIA, M. H.; IBRAHIM, S. A.; GALANAKIS, C. M.; TAHERGORABIA, R. Application of protein-based edible coatings for fat uptake reduction in deep-fat fried foods with an emphasis on muscle food proteins. **Trends in Food Science & Technology**, v. 80, n. 2018, p. 167-174, 2018.

- ARAÚJO, D. A. F. V.; SOARES, K. M. P.; GÓIS, V.A. Características gerais, processos de deterioração e conservação do pescado. **Pubvet**, v. 4, n. 9, p. 1-29, 2010.
- BENHAMED, S.; GUARDIOLA, F. A.; MARSA, M.; ESTEBAN, M. A.; Pathogen bacteria adhesion to skin mucus of fishes. **Veterinary Microbiology**, v. 171, n. 1-2, p. 1-12, 2014.
- BERTOLIN, T. E.; GUARIENTI, C.; FARIAS, D.; SOUZA, F. T.; GUTKOSKI, L. C.; COLLA, L. M. Antioxidant effect of phycocyanin on dried-salted fish. **Ciências Agrotécnicas**, v. 35, n. 4, p. 751-757, 2011.
- BRABO, M. F.; PEREIRA, L. F. S.; SANTANA, J. V. M.; CAMPELO, D. A. V.; VERAS G. C. Cenário atual da produção de pescado no mundo, no Brasil e no estado do Pará: ênfase na aquicultura. **Acta Fish**, v. 4, n. 2, p. 50-58, 2016.
- BRASIL. Ministério da saúde - MS. **Doenças transmitidas por alimentos- 2019**. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/marco/10/apresenta-o-dados-gerais-dta-2017.pdf>>. Acesso em: 20 maio. 2019.
- BREWER, M. S. Natural Antioxidants: sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 10, n. 4, p. 221-247, 2011.
- BURDOCK, G. A. Review of the biological properties and toxicity of bee propolis (propolis). **Food and Chemical Toxicology**, v. 36, n. 4, p. 347-363, 1998.
- CAI, L.; CAO, A.; BAI, F.; LI, J.; Effect of ϵ -polylysine in combination with alginate coating treatment on physicochemical and microbial characteristics of Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*) during refrigerated storage. **Lwt-Food Science and Technology**, v. 62, n. 2, p. 1053-1059, 2015.
- CAZÓN, P.; VELAZQUEZ, G.; RAMÍREZ, J. A.; MANUEL, V. Polysaccharide-based films and coatings for food packaging: A review. **Food Hydrocolloids**, v. 68, p. 136-148, 2017.
- CHEN, B.; XU, M. Natural antioxidants in foods. **Encyclopedia of Food Chemistry**, p. 180-188, 2019.
- COSTA, L. C.; SANTOS, L. R.; FRANÇA, R.; DAVINI, G.; SHIRAI, M. A. Aplicação de diferentes revestimentos comestíveis na conservação pós-colheita de goiabas (*Psidium guajava* L.). **Brazil Journal of Food Research**, v. 8, n. 2, p. 16-31, 2017.
- DAVIDSON, P. M.; CRITZER, F. J.; TAYLOR, T. Naturally occurring antimicrobials for minimally processed foods. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 4, n. 1, p.163-190, 2013.
- DEHGHANI, S.; HOSSEINI, S. V.; REGENSTEIN, J. M. **Edible films and coatings in seafood preservation: A review**. *Food Chemistry*, v. 240, n. 8, p.505-513, 2018.
- DHALL, R. K. Advances in Edible Coatings for Fresh Fruits and Vegetables: A Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 53, n. 5, p. 435-450, 2013.
- EBADI, Z.; KHODANAZARY, A.; HOSSEINI, S. M.; ZANGUEE, N. The shelf-life extension of refrigerated *Nemipterus japonicus* fillets by chitosan coating incorporated with propolis extract. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 139, p. 94-102, 2019.
- FERREIRA, J. M.; NEGRI, G. Composição química e atividade biológica das própolis brasileiras: verde e vermelha. **ACTA Apícola Brasileira**, v. 6, n. 1, p. 06-15, 2018.

- FREITAS, A. S.; CUNHA, A.; CARDOSO, S. M.; OLIVEIRA, R.; ALMEIDA-AGUIAR, C. Constancy of the bioactivities of propolis samples collected on the same apiary over four years. **Food Research International**, v. 119, p. 622-633, 2019.
- GALUS, S.; KADZINSKA, J. Food applications of emulsion-based edible films and coatings. **Trends in Food Science & Technology**, v. 45, n. 2, p. 273-283, 2015.
- GANIARI, S.; CHOULITOU, E.; OREOPOULOU, V. Edible and active films and coatings as carriers of natural antioxidants for lipid food. **Trends in Food Science & Technology**, v. 68, p. 70-82, 2017.
- HAMAN, N.; ROMANO, A.; ASADUZZAMAN, M.; FERRENTINO, G.; BIASIOLI, F.; SCAMPICCHIO, M. A microcalorimetry study on the oxidation of linoleic acid and the control of rancidity. **Talanta**, v. 164, p. 407-412, 2017.
- HASSAN, B.; CHATHA, S. S. A. S.; HUSSAIN, A.; ZIA, K. M.; AKHTAR, N. Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 109, n.8, p. 1095-1107, 2018.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Boletim informativo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. (Coordenação de Agropecuária, Pesquisa da Pecuária Municipal). Estatística da Produção Pecuária Municipal, v. 45, p. 1-9, 2017.
- JACOBSEN, C. Oxidative rancidity. **Encyclopedia of Food Chemistry**, p. 261-269, 2019.
- JIANG, J.; XIONG, Y. L. Natural antioxidants as food and feed additives to promote health benefits and quality of meat products: A review. **Meat Science**, v. 120, p. 107-117, 2016.
- MARESCA, D.; PRISCO, A.; LA STORIA, A.; CIRILO, T.; ESPOSITO, F.; MAURIELLO, G. Microencapsulation of nisin in alginate beads by vibrating technology: Preliminary investigation. **LWT - Food Science and Technology**, v. 66, n. 8, p. 436-443, 2016.
- MORALES, L. E.; HIGUCHI, A. Is fish worth more than meat? – How consumers' beliefs about health and nutrition affect their willingness to pay more for fish than meat. **Food Quality and Preference**, v. 65, n. 8, p.101-109, 2018.
- MOURA, C. M. C.; ABREU COSTA, J.; SOUSA, A. M.; SANTOS FILHO, J. H.; BACELAR, R. G. A.; OLIVEIRA SANTOS, J. T.; MURATORI, M. C. S. Avaliação da qualidade microbiológica de filés de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) e do gelo e a interação dos fatores após armazenagem. **Medicina Veterinária**, v. 12, n. 1, p. 10-16, 2018.
- NEHA, K.; HAIDER, M. R.; PATHAK, A.; YAR, M.S. Medicinal prospects of antioxidants: a review. **European Journal of Medicinal Chemistry**, v. 178, p.687-704, 2019.
- NIMSE, S. B.; PAL, D. Free radicals, natural antioxidants, and their reaction mechanisms. **Rsc Advances**, v. 5, n. 35, p. 27986-28006, 2015.
- NOVOSLAVSKIJ, A. TERENTJEVA, M.; EIZENBERGA, I.; VALCIŃA, O.; BARTKEVIČS, V.; BĒRZIŅŠ, A. Major foodborne pathogens in fish and fish products: a review. **Annals of Microbiology**, v. 66, n. 1, p. 1-15, 2015.
- OLEGÁRIO, L. S.; ANDRADE, J. K. S.; ANDRADE, G. R. S.; DENADAI, M.; CAVALCANTI, R. L.; SILVA, M. A. A. P.; NARAIN, N. Chemical characterization of four Brazilian brown propolis: An insight in tracking of its geographical location of production and quality control. **Food Research International**, v. 123, p. 481-502, 2019.

PAYANDAN, E.; SAYYED-ALANGI, S. Z.; SHAMLOOFAR, M.; KOOHSARI, H., Study of Chemical Composition and Efficacy of Different Extracts of Iranian Propolis on the Microbiological and Sensory Parameters of Minced *Cyprinus carpio* Meat at 4°C Storage. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 26, n. 5, p. 593-603, 2017.

POBIEGA, K.; KRASNIEWSKA, K.; GNIEWOSZ, M. Application of propolis in antimicrobial and antioxidative protection of food quality – A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 83, n. 8, p. 53-62, 2019.

RUFF, N.; FITZGERALD, R. D.; CROSS, T. F.; LYNCH, A.; KERRY, J. P. Distribution of α -tocopherol in fillets of turbot (*Scophthalmus maximus*) and Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*), following dietary α -tocopheryl acetate supplementation. **Aquaculture Nutrition**, v.10, n. 2, p. 75-81, 2004.

SEIBERT, J. B.; BAUTISTA-SILVA, J. P.; AMPARO, T. R.; PETIT, A.; PERVIER, P.; ALMEIDA, J. C. d. S.; AZEVEDO, M. C.; SILVEIRA, B. M.; BRANDÃO, G. C.; SOUZA, G. H. B.; TEIXEIRA, L. F. M.; SANTOS, O. D. H. Development of propolis nanoemulsion with antioxidant and antimicrobial activity for use as a potential natural preservative. **Food Chemistry**, v. 287, p.61-67, 2019.

SFORCIN, J. M. Biological properties and therapeutic applications of propolis. **Phytotherapy Research**, v. 30, n. 6, p. 894-905, 2016.

SHAHIDI, F.; ABAD, A. Lipid-derived flavours and off-flavours in food. **Encyclopedia of Food Chemistry**, v. 3, n. 8, p. 182-192, 2019.

SILVA, A. T. F.; ROCHA, P. G. G.; FONSECA FILHO, L. B.; COSTA, C. A.; SANTOS NASCIMENTO, J. C.; CARVALHO NETO, P. M. Alterações microbianas dos produtos de pescados curados: Revisão. **Pubvet**, v. 11, n. 07, p. 646-743, 2017.

SILVA-CARVALHO, R.; BALTAZAR, F.; ALMEIDA-AGUIAR, C. Propolis: A complex natural product with a plethora of biological activities that can be explored for drug development. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2015, p. 29, 2015.

SOUSA, F. A.; RODRIGUES, R. A.; ARRUDA, F. A.; DOS SANTOS, W. L. M.; DOS SANTOS, T. M. Caracterização higiênico-sanitária e tecnológica dos pescadores e da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) comercializada no mercado municipal de Salinas-MG. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 24, n. 4, p. 197-200, 2018.

TAVASSOLI-KAFRANI, E.; SHEKARCHIZADEH, H.; MASOUDPOUR-BEHABADI, M. Development of edible films and coatings from alginates and carrageenans. **Carbohydrate Polymers**, v. 137, n. 10, p. 360-374, 2016.

THAMNOPOULOS, I. I.; MICHAILIDIS, G. F.; FLETOURIS, D. J.; BADEKA, A.; KONTOMINAS, M. G.; ANGELIDIS, A. S. Inhibitory activity of propolis against *Listeria monocytogenes* in milk stored under refrigeration. **Food Microbiology**, v. 73, p. 168-176, 2018.

VANDEMOORTELE, A.; MEULENAER, B. Reactivity of lipid oxidation products in foods – is malondialdehyde a reliable marker? **Encyclopedia of Food Chemistry**, p. 468-477, 2019.

VIERA, V. B.; PIOVESAN, N.; MORO, K. I. B.; RODRIGUES, A. S.; SCAPIN, G.; ROSA, C. S.; KUBOTA, E. H. Preparation and microbiological analysis of Tuscan sausage with added propolis extract. **Food Science and Technology**, v. 36, n. 1, p. 37-41, 2016.

WEI, Q.; WANG, X.; SUN, D. W.; PU, H. Rapid detection and control of psychrotrophic microorganisms in cold storage foods: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 86, n. 8, p. 453-464, 2019.

WU, T.; GE, Y.; LI, Y.; XIANG, Y.; JIANG, Y.; HU, Y. Quality enhancement of large yellow croaker treated with edible coatings based on chitosan and lysozyme. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 120, p. 1072-1079, 2018.

ZHAO, Y. Edible coatings for extending shelf-life of fresh produce during postharvest storage. **Encyclopedia of Food Security and Sustainability**, v. 2, p. 506-510, 2019.



PRODUÇÃO DE IOGURTE NATURAL BATIDO E IOGURTE GREGO COM CALDA DE PITAIA COM E SEM ADIÇÃO DE COMPOSTOS ENCAPSULADOS EXTRAÍDOS A PARTIR DA CASCA DE PITAIA VERMELHA (*Hylocereus polyhizus*): AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL

Caroline Mondini

Curso de Engenharia de Alimentos, Campus Avançado de Jandaia do Sul, Universidade Federal do Paraná, Jandaia do Sul – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/8394927385913478>

Oksanna Cedran Estalianon

Curso de Engenharia de Alimentos, Campus Avançado de Jandaia do Sul, Universidade Federal do Paraná, Jandaia do Sul – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/3156428134866559>

Luana Carolina Bosmuler Züge

Curso de Engenharia de Alimentos, Campus Avançado de Jandaia do Sul, Universidade Federal do Paraná, Jandaia do Sul – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/3009139629539928>

<https://orcid.org/0000-0003-4539-8887>

Informações sobre o artigo:

Recebido em: 15/01/2021

Aceito em: 18/01/2021

Publicado em: 22/02/2021

Palavras-chave:

Compostos bioativos

Aproveitamento de resíduos

Teste de aceitação

RESUMO

As cascas de pitaia, assim como o fruto, são ricas em compostos bioativos, e muitas vezes descartadas pela indústria. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi elaborar um iogurte natural batido e um iogurte grego com calda de pitaia, com ou sem adição de compostos bioativos da casca de pitaia e submetê-los a análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. Os compostos bioativos foram extraídos a partir de cascas de pitaia liofilizadas com etanol:água por 105 min, sob agitação, a temperatura ambiente. Após, os extratos foram rotoevaporados, adicionados de goma xantana e liofilizados. Os iogurtes foram produzidos com leite integral, leite em pó integral, açúcar e cultura láctica. A fermentação foi realizada a 45°C e durou aproximadamente 5 h. Após pronto o iogurte natural, foram produzidos iogurte natural batido e o iogurte grego com calda, e adicionado os compostos bioativos encapsulados. Foram realizadas análises de pH, acidez, umidade, cinzas, compostos fenólicos, sinérese, microbiológica e sensorial. O iogurte natural batido apresentou uma acidez final 1,19%, pH 4,88, umidade 81,38%, cinzas 0,87%, proteínas 5,23% e compostos fenólicos 1,01 mgEAG/100g. Os iogurtes natural batido com bioativos encapsulados e grego com calda, com e sem bioativos encapsulados apresentaram valores de umidade de 81,11; 74,04 e 72,52%, cinzas de 0,67; 0,94 e 0,75%, proteínas de 5,42; 10,40 e 10,52% e compostos fenólicos de 1,35; 1,57 e 1,44 mgEAG/100g, respectivamente. A adição de encapsulados auxilia na retenção de líquidos do iogurte, e diminui a sinérese, provavelmente devido à presença da goma xantana. Nas análises microbiológicas apenas o iogurte grego com calda apresentou 8 UFC/g para bactérias mesófilas. Na análise sensorial os iogurtes que obtiveram maior aceitação foram grego com calda de pitaia com (7,64±1,85) e sem (7,35±1,90) encapsulados. Conclui-se que a produção de iogurte com encapsulados de casca de pitaia é viável e possui aceitação pelo consumidor.

PRODUCTION OF NATURAL YOGURT AND GREEK YOGURT WITH PITAYA SYRUP WITH AND WITHOUT ADDITION OF ENCAPSULATED COMPOUNDS EXTRACTED FROM THE RED PITAYA PEEL (*Hylocereus polyhizus*): PHYSICAL-CHEMICAL, MICROBIOLOGICAL AND SENSORY EVALUATION

ABSTRACT

The pitaya peels, as well as the fruit, are rich in bioactive compounds, and often discarded by the industry. Therefore, the main goal of this work was to prepare a whipped yogurt and a Greek yogurt with pitaya syrup, with and without the addition of bioactive compounds from the pitaya peel and subject them to physical-chemical, microbiological and sensory analyses. The bioactive compounds were extracted from lyophilized pitaya peels with ethanol:water during 105 min, under stirring, at room temperature. Afterwards, the extracts were rotated, added xanthan gum and lyophilized. Yogurts were produced with whole milk, whole milk powder, sugar and lactic culture. The fermentation was carried out at 45°C and lasted approximately 5 h. After the natural yogurt was made, whipped yogurt and Greek yogurt with syrup were produced, and the encapsulated compounds were added. Analyses of pH, acidity, humidity, ash, phenolic compounds, syneresis, microbiological and sensory were performed. The whipped yogurt without encapsulated compounds had a final acidity of 1.19%, pH 4.88, humidity 81.38%, ash 0.87%, proteins 5.23% and phenolic compounds 1.01 mgEAG /100g. The whipped yogurt with encapsulated compounds and Greek yogurt with syrup, with and without encapsulated compounds presented humidity values of 81.11, 74.04 and 72.52%, ashes of 0.67, 0.94 and 0.75%, proteins of 5.42, 10.40 and 10.52% and phenolic compounds of 1.35; 1.57 and 1.44 mgEAG /100g, respectively. The addition of encapsulated compounds aids liquid retention of yogurt, and reduces syneresis, probably due to the presence of xanthan gum. In microbiological analyses, only Greek yogurt with syrup showed 8 CFU/g for mesophilic bacteria. In the sensory analysis, the yogurts that obtained the greatest acceptance were Greek with pitaya syrup with (7.64±1.85) and without (7.35±1.90) encapsulated compounds. It is concluded that the production of yogurt with encapsulated pitaya peels is viable and has consumer acceptance.

Keywords:

Bioactive compounds

Use of waste

Acceptance test

1. INTRODUÇÃO

A pitaya (*Hylocereus* sp.) possui grande variabilidade entre as espécies em relação ao tamanho e coloração, e é encontrada em diversos lugares. Ela é mais comum em regiões semidesérticas da América Latina, uma vez que as plantas desta família conseguem suportar períodos intensos de secas e calor, se desenvolver em solos com poucos nutrientes e armazenar água em seu caule (ARRUDA; et al, 2006; MARENCO; LOPES, 2011).

Entre as espécies de pitaya mais conhecidas está a *Hylocereus polyhizus*, conhecida como pitaya vermelha ou pitaya rosa. Ela possui casca e polpa vermelha (NERD; MIZRAHI, 1999). Tanto a polpa como a casca da pitaya contém diversos compostos bioativos como as betalainas, que conferem a coloração vermelha, os compostos fenólicos, e as vitaminas. Vários destes compostos, além de outras propriedades, atuam como agentes oxidantes, inibindo ou retardando a oxidação de vários substratos, auxiliando no retardo do

envelhecimento e na prevenção de diversas doenças (LI-CHEN et al., 2006, SEVERO et al. 2007). No entanto a maioria destes compostos é sensível a luz, oxigênio, temperatura, pH, entre outros e, portanto, para aumentar o tempo para seu uso podem ser empregadas técnicas como a encapsulação.

A encapsulação é uma técnica que vem sendo bastante utilizada em diversas áreas da indústria alimentícia. Ela consiste em um processo em que uma substância é revestida por outra substância que pode ser denominada de cápsula, membrana ou material de parede. Estes agentes encapsulantes devem ser biodegradáveis, de baixa viscosidade, solúvel em água, ser de fácil manipulação, oferecer proteção contra agentes externos, não podem interagir com o produto interno e devem ser econômicos (GIBBS et al., 1999; AZEREDO, 2005, NEDOVIC et al., 2011).

Nos últimos anos as pessoas começaram a se preocupar mais com sua saúde, buscando formas de melhorar sua qualidade de vida, mudando assim seus hábitos e estilo de vida (MATSUBARA, 2001). Como o iogurte é probiótico e uma fonte rica em proteínas, cálcio, fósforo e vitaminas que são essenciais para o funcionamento adequado do organismo humano, ele atua em problemas de constipação, melhorando o funcionamento do intestino, auxiliando também no processo de digestão. É devido a estes fatores que sua procura tem aumentado, tornando-o atrativo pra o consumidor (SANDERS, 2003).

Diversas pesquisas estão sendo feitas com o objetivo de melhorar as propriedades funcionais, tecnológicas e sensoriais deste produto, além de produzir alimentos que possam ser consumidos cada vez mais por pessoas com restrição na dieta (BORTOLOZO; QUADROS, 2007; GERHARDT et al., 2013). No entanto ainda faltam pesquisas aplicando e avaliando o efeito de produtos encapsulados, principalmente, os obtidos de resíduos da indústria, como a casca da pitaia.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo produzir e avaliar o iogurte natural batido e o iogurte grego com calda de pitaia acrescidos ou não de encapsulados de compostos bioativos extraídos a partir de casca de pitaia vermelha, para verificação da aceitação destes produtos, bem como submetê-los a análises físico-químicas e microbiológicas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATERIAIS

As pitaias foram obtidas de produtores da cidade de Jandaia do Sul. Todos os reagentes utilizados foram de grau analítico. As bactérias utilizadas como fermento foram as mesmas utilizadas tradicionalmente na fabricação do iogurte, ou seja, *Lactobacillus delbruechii* subsp. *Bulgaricus* e *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus*, obtidas comercialmente. O açúcar utilizado para produção da calda de pitaia, o leite em pó integral e o leite integral pasteurizado foram obtidos no comércio de Jandaia do Sul - PR.

2.2 METODOLOGIA

As análises foram realizadas nos laboratórios do campus Avançado da UFPR em Jandaia do Sul. Os quatro produtos elaborados foram: iogurte natural batido sem adição de encapsulado, iogurte natural batido com adição de encapsulado, iogurte grego com calda de fruta sem adição de encapsulado e iogurte grego com calda de fruta com adição de encapsulado. As etapas de produção de cada iogurte estão descritas em seguida, bem como a obtenção do encapsulado liofilizado.

2.2.1 Produção dos encapsulados

Para a obtenção do encapsulado, os extratos da pitaia foram obtidos através de extração com etanol:água (1:1) por 105 minutos, sob agitação a temperatura ambiente, a partir de cascas de pitaia liofilizadas. Após obtido o extrato, este foi rotoevaporado para remoção do etanol e em seguida foi adicionado 1% de goma xantana, agitado e liofilizados (liofilizador Liotop L101), a 100 µmHg e 50 °C, até massa constante. Estes encapsulados foram separados para posterior adição nos iogurtes.

2.2.2 Produção da Calda de Pitaia

Para o preparo da calda de pitaia, primeiramente as polpas das pitaias, juntamente com as sementes, foram removidas com uma colher devidamente higienizada. Depois foram colocadas em uma panela higienizada e levadas ao fogo adicionando açúcar. Essa mistura permaneceu em fogo médio sob agitação até que fosse obtido uma calda de pitaia viscosa

para ser adicionada posteriormente no iogurte grego. Realizou-se leituras do Brix dessa mistura durante a produção da calda através do refratômetro de bancada apresentando uma concentração final de 40 °Brix.

2.2.3 Produção dos Iogurtes

O iogurte batido natural foi preparado de acordo com o seguinte procedimento. Inicialmente o leite foi aquecimento, e passou por tratamento térmico a 65 °C durante 30 minutos. Após foi adicionado leite em pó e açúcar. A mistura foi resfriada até 45 °C e adicionada a cultura láctica e mantido nesta temperatura até o pH ficar abaixo de 5,0, o que durou cerca de 5 horas. O iogurte foi então resfriado, feita uma agitação lenta com adição do produto encapsulado (apenas para o iogurte com adição de encapsulado). O iogurte pronto foi refrigerado e estocado entre 4 a 6 °C.

O iogurte grego com calda teve o início do preparo igual ao iogurte batido. A diferença ocorreu após a etapa de fermentação e resfriamento, onde ocorreu a retirada do soro por 72 horas em geladeira. Adição do produto encapsulado, para um dos iogurtes, foi realizada após a retirada do soro. Em seguida foi realizada a preparação e adição da calda, e em seguida feito o resfriamento e armazenamento entre 4 e 6 °C.

Foram realizadas análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais, com todos os produtos, conforme descrito na próxima seção.

2.2.4 Análises Físico-Químicas, Microbiológicas e Sensoriais

As análises físico-químicas foram realizadas conforme IAL (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008), sendo elas: teor de umidade em estufa a 105 °C; conteúdo mineral em mufla a 550 °C; proteína através de nitrogênio total em microkjeldahl; pH em pHmetro digital de bancada; acidez total titulável. Já as análises microbiológicas realizadas, foram elas: contagem total de bactérias mesófilas, utilizando o meio Plate Count Agar (PCA) assim como a contagem de bactérias lácticas totais; e contagem de bolores e leveduras, utilizando o meio o meio Batata Dextrose Ágar (BDA).

A suscetibilidade à sinérese foi determinada pelo método de Guirguis et al. (1984) adaptado, pela drenagem, em replicatas, do iogurte sobre peneira de aço inoxidável com tela 170 mesh, colocada sobre funil acoplado à proveta graduada. Sinérese será expressa com massa de exsudato ($\text{g}\cdot 200\text{g}^{-1}$) coletado após 2 horas de refrigeração a 6°C.

A análise sensorial foi realizada por teste de aceitação dos iogurtes natural batido e grego com calda, ambos com e sem encapsulado, por meio de escala hedônica, com notas variando de 1 a 9, com relação ao sabor. A análise foi realizada com 100 participantes maiores de 18 anos (DUTCOSKY, 2013). (Aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa e Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde/UFPR, Parecer CEP/SD-PB n° 3312821).

Todos os dados foram analisados estatisticamente por análise de variância com $p \leq 0,05$. As diferenças significativas entre as médias foram verificadas pelo teste de Tukey no mesmo nível de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para determinação do tempo necessário para a fermentação do iogurte foi levado em consideração a diminuição do pH e o aumento da acidez ao longo do tempo. Após 120 minutos, o iogurte apresentou acidez dentro dos limites estabelecidos pela legislação que foi de 0,6961%. De acordo com a Resolução-RDC n° 12, de 2 de janeiro de 2001, da ANVISA (BRASIL, 2001), a acidez final do iogurte deve estar entre 0,6 a 1,5%. A fermentação, porém, só foi interrompida quando o iogurte apresentou um pH de 4,88 e acidez de 1,1948%, onde o valor de pH encontrado está de acordo com valores presentes na literatura, tais como os encontrados por Castro et al. (2013), com variação de pH entre 3,62 e 4,90 para iogurtes naturais. O pH do iogurte diminui durante o processo de fermentação láctica, bem como ocorre o aumento da acidez, no qual há a conversão da lactose, açúcar presente no leite, em ácido láctico. Os iogurtes elaborados estão apresentados na Figura 1.

Figura 1: (A) Iogurte batido natural sem adição de encapsulado; (B) Iogurte batido natural com adição de encapsulado; (C) Iogurte grego com calda sem adição de encapsulado; (D) Iogurte grego com calda com adição de encapsulado.



Fonte: A autora (2019).

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados das análises físicas e químicas realizadas nas amostras dos diferentes iogurtes produzidos

Tabela 1. Resultados obtidos nas análises físicas e químicas para as amostras dos iogurtes produzidos.

| Análises | Iogurte batido natural | Iogurte batido natural com encapsulado | Iogurte grego com calda | Iogurte grego com encapsulado |
|--------------------------------|---------------------------|--|---------------------------|-------------------------------|
| Umidade (%) | 81,38 ± 0,22 ^a | 81,11 ± 0,21 ^a | 74,04 ± 0,09 ^b | 72,52 ± 0,25 ^b |
| Cinzas (%) | 0,87 ± 0,02 ^{ab} | 0,67 ± 0,16 ^c | 0,94 ± 0,00 ^a | 0,75 ± 0,00 ^{bc} |
| Proteínas (%) | 5,23 ± 0,22 ^b | 5,42 ± 0,16 ^b | 10,40 ± 0,06 ^a | 10,52 ± 0,33 ^a |
| CFT (mg de ácido gálico/100 g) | 1,01 ± 0,08 ^b | 1,35 ± 0,16 ^{ab} | 1,57 ± 0,26 ^b | 1,44 ± 0,12 ^b |

Nota: Valores apresentados como média ± desvio padrão (n = 3). CFT – Compostos fenólicos totais.

Fonte: Elaborado pelos autores.

É possível observar também que, como esperado, o iogurte natural apresenta maior umidade quando comparado ao iogurte grego com calda. Isso se deve ao fato de o iogurte grego durante sua preparação passar pela etapa de remoção do soro por 72 horas. A presença de encapsulado, por sua vez, não interferiu no teor de umidade entre amostras do mesmo iogurte, uma vez que não houve diferença significativa. A quantidade de encapsulados adicionados ao iogurte é baixa, quando comparada a massa de iogurte (0,4%), sendo assim não chega a afetar significativamente no teor de umidade das amostras.

Para cinzas não existe um valor estabelecido pela legislação, porém os valores encontrados nas amostras dos diferentes tipos iogurtes, obtiveram resultados próximos aos encontrados em Santos et al. (2012), onde o iogurte com leite de vaca apresentou um teor em torno de 0,7%.

Segundo a Instrução Normativa 46 do MAPA (Ministério da Agricultura e Abastecimento) (BRASIL, 2007), para análise de proteínas, o teor mínimo aceito é de 2,9%, como os valores encontrados no iogurte foram acima desse valor variando entre 5,22% e 10,52%, estão em conformidade com a legislação vigente. O Iogurte grego com calda com e sem encapsulados apresentaram um teor de proteínas mais elevado em relação aos demais, que pode ser pelo fato de que ambos passam pelo processo de remoção do soro, não ocorrendo perda de proteínas no soro do leite, o que torna esse tipo de iogurte mais proteico.

Na determinação de compostos fenólicos, ao se fazer uma comparação entre as médias obtidas para os diferentes iogurtes é possível perceber que o iogurte grego com calda com e sem adição de encapsulados apresentaram valores superiores em relação aos demais, porém não houve diferença significativa entre eles. Já para os iogurtes batidos a adição de encapsulados se mostrou mais viável, sendo que a adição de encapsulados de extrato de casca de pitaiá aumentou o teor de compostos fenólicos do produto final. Isso talvez se deve ao fato que como o iogurte grego é mais concentrado e ser acrescido da calda rica em compostos fenólicos, ele apresenta uma característica nutricional mais rica em compostos bioativos que

os demais, o que faz como que a presença de compostos fenólicos não interfira significativamente na composição deste tipo de iogurte.

Em relação as análises microbiológicas, na contagem das bactérias não lácticas apenas o iogurte grego com calda apresentou 100 UFC/15 g em uma das placas. Nas demais não houve crescimento representando menos que 100 UFC/15g. Isto talvez pode ter ocorrido por alguma contaminação pontual, no iogurte ou durante a análise, porém não apresentou resultado significativo, pois não houve repetibilidade. A contagem das bactérias lácticas apresentou valores médios entre 27×10^6 e $63,67 \times 10^6$ UFC. Não ocorreu o crescimento de bolores e leveduras em nenhum dos iogurtes analisados.

Em relação a análise da sinérese por 2 horas para o iogurte natural, em uma amostra de 200 g, ocorreu a separação de 59,04 g e 41,10 g de soro para as amostras sem e com encapsulados respectivamente e para o grego com calda sem e com encapsulado, ocorreu a separação de 1,86 g e 1,29 g de soro respectivamente. Isto indica que a adição de encapsulados auxilia na retenção de líquidos do iogurte, provavelmente devido à presença da goma xantana.

Na Tabela 2 consta os resultados do teste de aceitação da análise sensorial conforme a Figura 4, onde apenas o iogurte batido natural com encapsulado foi o com menor nota, mesmo assim, pode-se perceber que todos os iogurtes apresentaram boa aceitação, sendo em média a resposta gostei regularmente (7) e gostei muito (8).

Tabela 2. Resultados do Teste de Aceitação dos iogurtes batido natural e iogurte grego com calda, com e sem adição de encapsulados

| | Iogurte batido natural (*) | Iogurte batido natural com encapsulado (*) | Iogurte grego com calda (*) | Iogurte grego com calda e encapsulado (*) |
|---------------------|----------------------------|--|-----------------------------|---|
| Índice de aceitação | $7,21 \pm 1,33$ | $6,80 \pm 1,65$ | $7,64 \pm 1,85$ | $7,35 \pm 1,90$ |

Nota: Valores apresentados como média \pm desvio padrão (n = 100).

Fonte: Elaborado pelos autores.

4. CONCLUSÃO

Foi possível perceber que a adição de encapsulados é viável na elaboração de iogurtes. No entanto, como o iogurte grego já apresenta uma característica de maior teor de proteína, a adição de compostos bioativos encapsulados não altera a composição significativamente. Além disso, a adição de encapsulados de extrato de casca de pitaiá rosa pode contribuir para características do iogurte, como diminuição da sinérese, não alterando significativamente características relacionadas à umidade, minerais e proteínas e em alguns

casos aumenta a concentração de compostos fenólicos nas amostras. As análises sensoriais indicaram que não há diferença quando incorporado os compostos encapsulados, e o iogurte grego obteve a melhor nota pelo participantes da pesquisa.

5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Projeto Universal, Chamada MCTIC/CNPq N° 28/2018) pelo apoio financeiro e à Fundação Araucária pela bolsa de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS

- ARRUDA, E.; MELO-DE-PINNA, G. F.; ALVES, M. Anatomia dos órgãos vegetativos de Cactaceae da caatinga pernambucana. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 3, p. 589-601, jul./set. 2005.
- AZEREDO, H. M. C. DE. Encapsulação: aplicação à tecnologia de alimentos. **Alimentos e Nutrição**, v. 16, n. 1, p. 89–97, 2005.
- BORTOLOZO, E. Q.; QUADROS, M. H. R. Aplicação de Inulina e Sucralose em Iogurte. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 1, n. 1, p. 37–47, 2007.
- BRASIL. Instrução Normativa n° 46 de 23 de outubro de 2007. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF, 24 out. 2007. Seção 1, 4.
- BRASIL. RDC n° 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova os Regulamento Técnico sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Agência Nacional da Vigilância Sanitária, Brasília, DF, 10 jan. 2001.
- CASTRO, D. S.; et al. Parâmetros físico-químicos de iogurtes naturais comercializados na cidade de Juazeiro do Norte – CE. **Revista Verde**, v. 8, n. 3, p. 32 - 35, 2013.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 3ª ed. Curitiba: Editora Champagnat, 2013.
- GIBBS, B. F.; et al. Encapsulation in the food industry: a review. **International Journal of Food Science and Nutrition**, v. 50, p. 213–224, 1999.
- GERHARDT, Â.; et al. Características físico-químicas e sensoriais de bebidas lácteas fermentadas utilizando soro de ricota e colágeno hidrolisado. **Revista do Instituto de Laticínio Cândido Tostes**, v. 68, p. 41–50, 2013.
- GUIRGUIS, N., BROOME, M. C., HICKEY, M. W. The effect of partial replacement of skim milk powder with whey protein concentrate on the viscosity and syneresis of yoghurt. **The Australian Journal of Dairy Technology**, v. 91, n. 1, p. 33-35, 1984.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 1. ed. Digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- LI-CHEN, W. et al. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. **Food Chemistry**. v.95, p.319-327, 2006.

- MARENCO R. A.; LOPES N. F. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2011. 486 p.
- MATSUBARA, S. Alimentos funcionais: uma tendência que abre perceptivas aos laticínios. **Indústria de Laticínios**, v. 6, n. 34, p. 10-18, 2001.
- NEDOVIC, V; et al. An overview of encapsulation technologies for food applications. **Procedia Food Science**, 1, 1806-1815, 2011.
- NERD, A.; MIZRAHI, Y. The effect of ripening stage on fruit quality after storage of yellow pitaya. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, n. 2, p. 99–105, 1999.
- SANDERS, M.E. Probiotics: considerations for human health. **Nutr. Rev.**, New York, v.61, n.3, p.91-99, 2003.
- SANTOS C.G.N. DOS; et al. Desenvolvimento de um Iogurte Sabor Juçai (*Enterpe edulis* Martius) **Revista Eletrônica TECCEN**, v. 5, 2, p. 43-58, 2012.
- SEVERO J, et al. **Avaliação de compostos fenólicos, antocianinas e poder antioxidante em morangos cvs. Aroma e Camorosa**. In: XVI Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2007.

SOBRE A ORGANIZADORA

Possui graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Estadual do Ceará (2004), mestrado em Ciências Veterinárias pela Universidade Estadual do Ceará (2012) e doutorado em Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia pela Universidade Federal do Ceará (2017). Foi professora substituta da Universidade Estadual do Ceará, Assessora de Pesquisa, Ensino e Extensão do Programa de Educação Tutorial - PET- da Faculdade de Veterinária/UECE. É vice-presidente da Associação Brasileira de Veterinários Especialistas em Suínos - ABRAVES - Regional Ceará e professora da Unifametro em Fortaleza - CE.

ÍNDICE REMISSIVO

A

abacate, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76
agentes encapsulantes, 115
análise sensorial, 75, 96, 113, 118, 120
antígenotóxicos, 68
antimutagênicos, 68
antioxidantes, 101, 104, 105, 106, 107
atividade de água, 85, 87, 89, 91, 92, 101, 103

B

betalainas, 114

C

carotenoides, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 74
cártamo, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97
clorofilas, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 74
Clostridium, 103
Coalho cheese, 25, 26, 30, 31, 32
complementos alimentares, 68
compostos bioativos, 100, 108, 113, 114, 115, 119, 120
compostos fenólicos, 106, 107, 113, 114, 119, 121, 122
conservação, 14, 39, 41, 45, 46, 47, 92, 106, 107, 108, 109
cookies, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99
cromatografia, 37, 38, 40

D

doenças veiculadas por alimentos, 103

E

ELISA, 37, 38, 42, 43, 46
espectroscopia, 37, 38, 41, 42

I

indústria alimentícia, 103, 108, 115
Inspeção, 8, 9
iogurte, 15, 21, 78, 83, 113, 115, 116, 117, 118, 119, 120

L

Lactobacillus, 15, 116

leite, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 35, 40, 42, 43, 44, 77, 78, 80, 82, 83, 104, 113, 116, 117, 118, 119
lipídeos, 67, 79, 80, 89, 92, 104
Listeria, 13, 44, 46, 47, 103, 111

M

mel de abelhas, 77, 83

N

níger, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97

O

oxidação lipídica, 101, 103, 104, 106, 107, 108

P

PCR, 24, 25, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 43, 44, 45, 46, 47
peixes, 100, 101, 102, 103, 104, 107, 108
pigmentos, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 76
probiótico, 83, 84, 115
própolis, 100, 101, 107, 108, 109

Q

queijo, 24, 34, 36, 40, 83

R

radiação, 37, 41

S

Salmonella, 13, 14, 35, 42, 44, 46, 103
saúde humana, 54, 64, 67, 68
Segurança Alimentar, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 60, 64, 65
Staphylococcus, 6, 11, 13, 14, 22, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 42, 44
Streptococcus, 6, 11, 15, 22

T

textura, 77, 81



www.editorainvivo.com

Avance na ciência! Venha ser In Vivo!